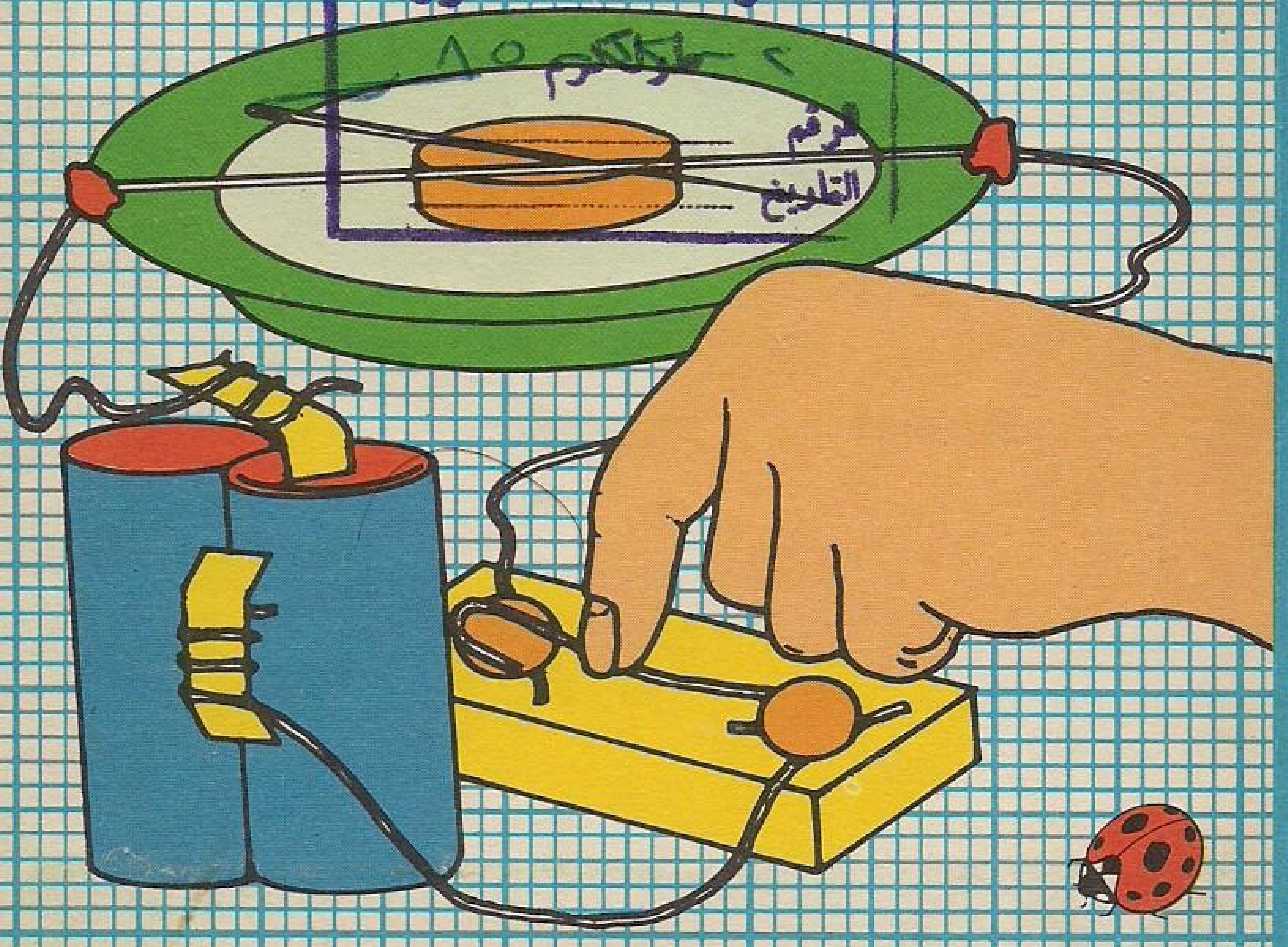
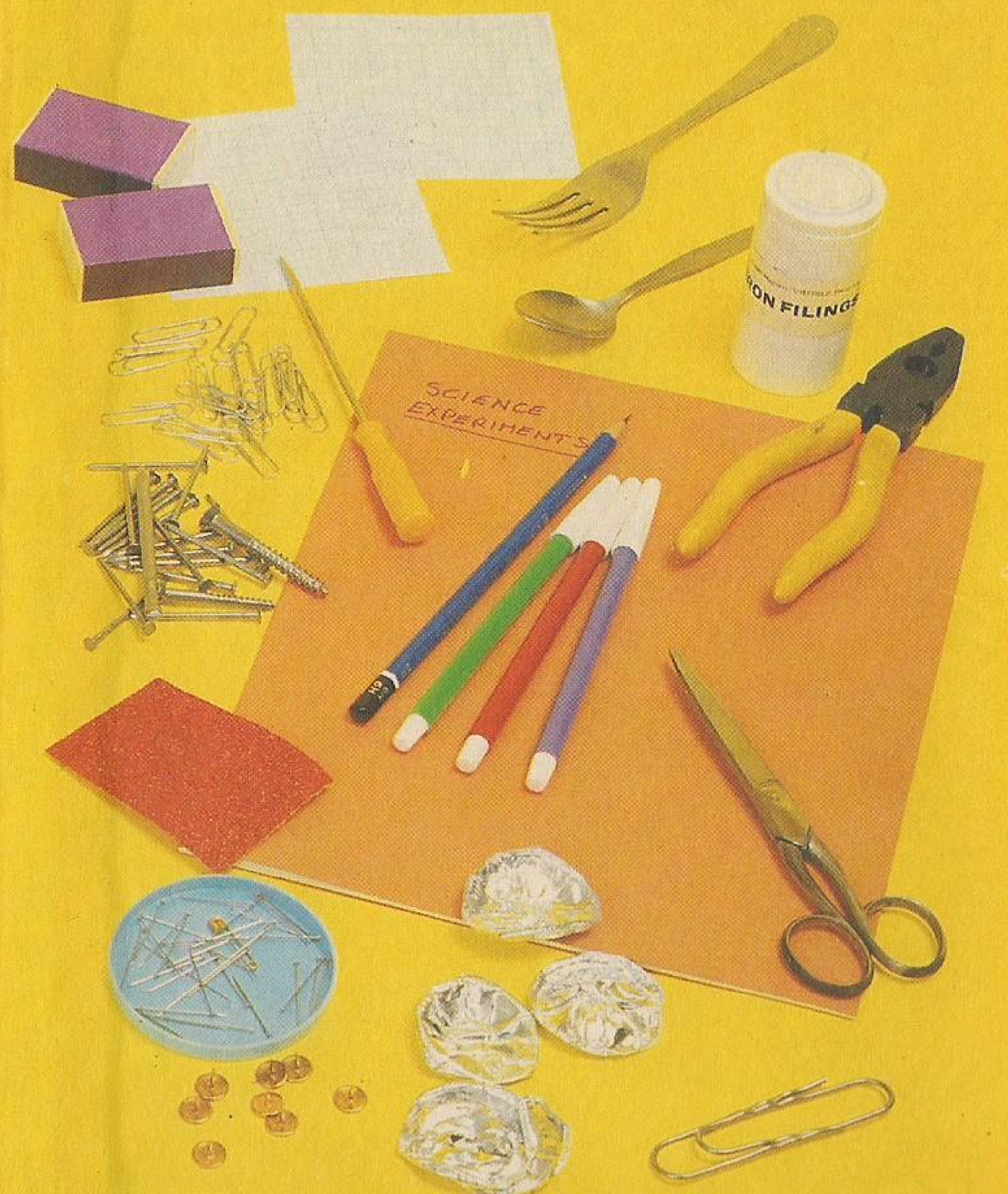
سلسلة
"العلوم للناشئين"

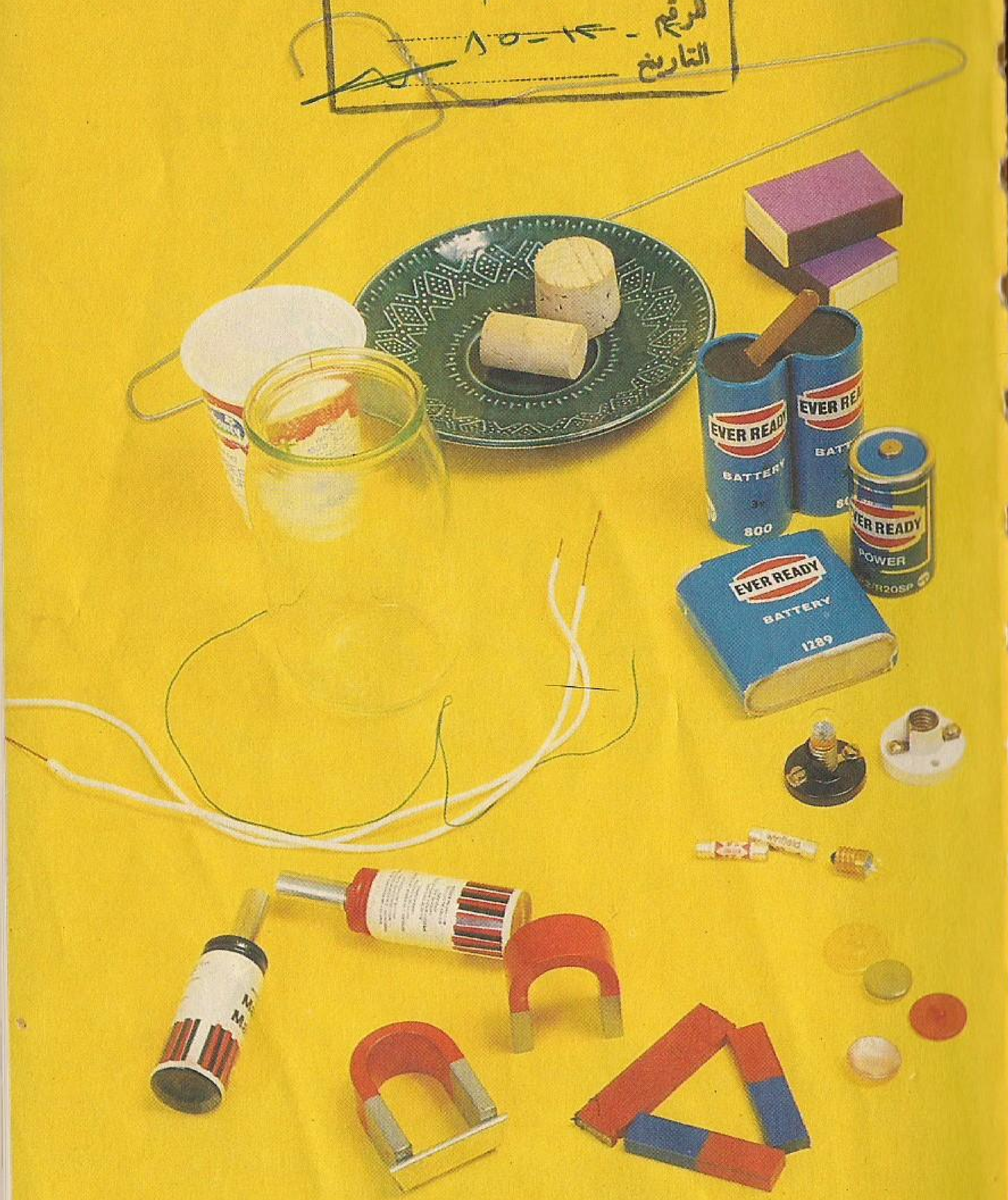
المغنطيسية والكهرباء

(مبادئ وتجارب ميسرة)



بَعْضُ المَوادِّ والأَدَواتِ الَّتي
سَتَسْتَخْدِمُها في التَّجارِبِ الوارِدَةِ
في هٰذا الكِتابِ





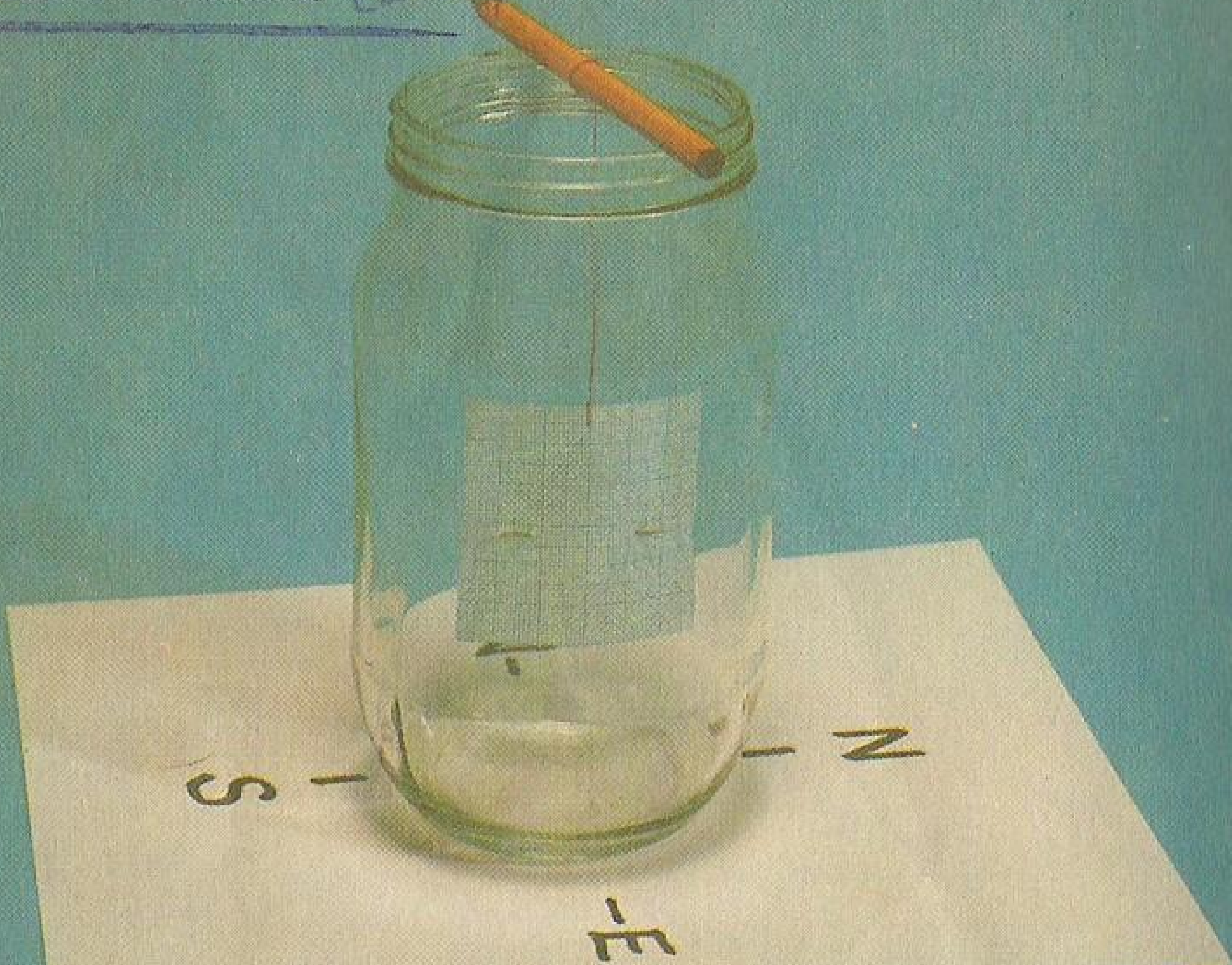
يُمْكِنُ لِلنّاشِئينَ تَعَلُّمُ الكَثيرِ عَنْ مَبادِئِ المغْنَطيسيَّةِ والكَهْرَباءِ بِتَفَهُّمِ وإجْراءِ التَّجارِبِ البَسيطَةِ والمأْمونَةِ في هٰذا الكِتابِ. كَما يَسْتَعْرِضُ الكِتابُ أَيْضًا بَعْضَ الخَلْفِيّاتِ التّاريخيَّةِ لِهٰذِهِ المَبادِئِ ووَصْفًا لِبَعْضِ التَّطْبيقاتِ المُعاصِرَةِ عَلَيْها في حَياتِنا اليَوْمِيَّةِ.

سلسلة "العلوم للناشئين"

المِغْنَطيسيَّة والكَهْرَباء

(مَبادِئ وتَجارِب مُيَسَّرة)

تأليف: جون و دوروثي پول
رسوم: پيتر روبنسون
وضَعَهُ بالعربيّة: أحمد شفيق الخطيب



مكتبة لبنان

المِغْنَطيساتُ (المَغانِطُ)

تَتميَّزُ المِغْنَطيساتُ بِمَقْدِرَتِها الغَريبَةِ على جَذْبِ بَعْضِ أَنْواعِ المَعادِنِ نَحْوَها. وَهٰذِهِ الظّاهِرة غَدَتْ على قَدْرٍ كَبيرٍ مِنَ الأَهَمِّيَّةِ في مُخْتَلِفِ مَجالاتِ حَياتِنا اليَوْمِيَّةِ – فالمَغانِطُ جُزْءٌ أَساسِيٌّ في تَراكيبِ الرّادْيو والتِّلِفزيونِ والتِّلِفونِ وَسِواها مِنَ الأَجْهِزَةِ الكَهْرَبائيَّةِ. وَهُنالِكَ أَشْكالٌ مُتَبايِنَةٌ مِنَ المَغانِط في الدُّمى وَالأَلْعابِ، كَما إِنَّ في المَغانِطِ بِحَدِّ ذاتِها تَسْلِيَةً وَمُتْعَةً.

والمَغانِطُ لَيْسَتْ كُلُّها مِنْ صُنْعِ الإِنْسانِ، فالحَجَرُ المِغْنَطيسِيُّ يوجَدُ طَبيعِيًّا في مَناطِقَ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ العالَمِ. وَتَقولُ الأَساطيرُ إِنَّ راعِيًا عَجوزًا مِنْ كريت اسْمُهُ ماغْنس اكْتَشَفَ حَجَرَ المِغْنَطيس صِدْفَةً مُنْذُ عِدَّةِ قُرونٍ. وَذٰلِكَ حينَ عَلِقَتْ شَقَفَةٌ مِنْهُ في عُكّازِهِ ذي المِقْبَضِ الحَديدِيِّ بَيْنَما كانَ يَنْكُتُ حَصى جَدْوَلٍ كانَ يَرْعى غَنَمهُ بِقُرْبِهِ.



ماغْنس يَكْتَشِف الحَجَرَ المِغْنَطيسِيَّ (المَغْنيتيت)

وَقَدِ اسْتَخْدَمَ الصِّينِيُّونَ حَجَرَ المِغْنَطيسِ كَبوصَلَةٍ مُنْذُ أَقْدَمِ العُصورِ. فكانوا يُعَلِّقونَ قِطْعَةً مُتَطاوِلَةً مِنْهُ في مُقَدَّمِ السَّفينَةِ يَسْتَدِلّونَ باتِّجاهِها الشَّمالِيِّ الجَنوبِيِّ عَلى الاِتِّجاهاتِ.

حَجَرُ المِغْنَطيسِ المُعَلَّقُ كانَ البوصَلَةَ الأُولى



وَمِنَ العُلَماءِ الَّذينَ دَرَسوا المِغْنَطيسِيَّةَ وَزادوا مَعْلوماتِنا عَنْها العالِمُ البريطانِيُّ وِلْيَم جِلْبِرت (١٥٤٤–١٦٠٣) وَقَدْ صَنَعَ كُرَةً مِغْنَطيسِيَّةً دَرَسَ عَلَيْها مِغْنَطيسِيَّةَ الأَرْضِ.

اسْتِقْصاءُ خَصائِصِ القُوَّةِ المِغْنَطيسِيَّةِ

يُمْكِنُكَ اخْتِبارُ خَصائِصِ المِغْنَطيسِ بِأَساليبِ العُلَماءِ. دائِمًا صَمِّمِ اخْتِباراتِكَ وَنَفِّذْها بِعِنايَةٍ. وإِذا فَشِلَتْ تَجْرِبَةٌ فَتَحَرَّ سَبَبَ ذٰلِكَ حَتّى تَتَلافاهُ في تَجْرِبَةٍ تالِيَةٍ – فَفي دُنْيا العِلْمِ هُنالِكَ سَبَبٌ وَراءَ كُلِّ نَتيجَةٍ! واحْرِصْ دائِمًا عَلى تَسْجيلِ مُلاحَظاتِكَ وَاسْتِقْصاءاتِكَ فَذٰلِكَ مِنْ خَصائِصِ العُلَماءِ، وَحَرِيٌّ بِكَ يا عَزيزي كَعالِمٍ صَغيرٍ التَّشَبُّهُ بِالعُلَماءِ!

أيُّ الموادِّ يَجذِبُها المِغنَطيسُ؟

خَيْرُ وَسيلةٍ للإجابَةِ عَنْ هٰذا السُّؤالِ هِيَ التَّجْرِبَةُ والاخْتِبارُ.

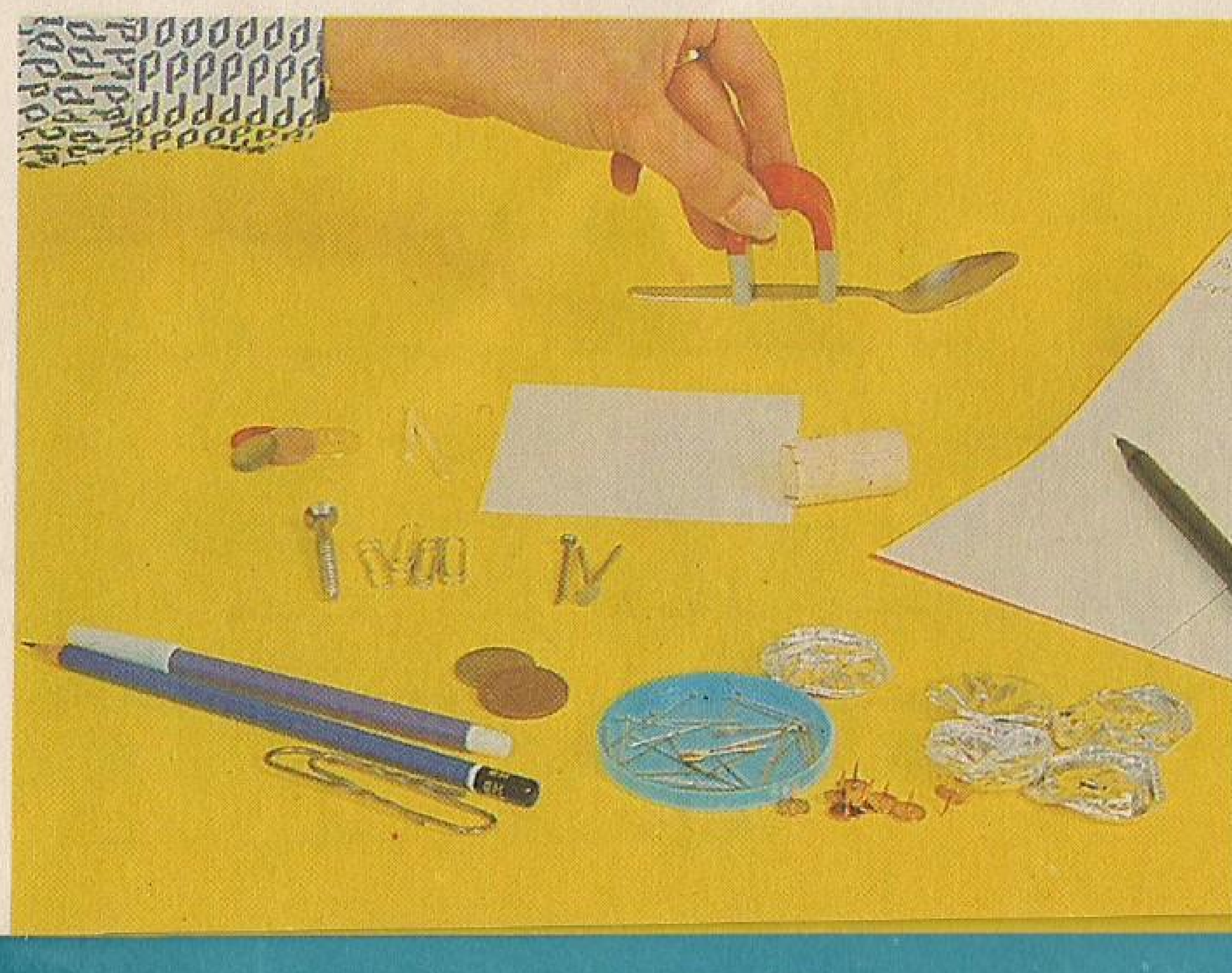
اللَّوازِمُ: مِغْنَطيسٌ صَغيرٌ، قَلَمٌ ودَفْتَرُ مُلاحَظاتٍ، عُلْبَةٌ أَوْ صُنْدوقٌ صَغيرٌ، مَجْموعَةٌ مُخْتَلِفَةٌ مِنَ المَوادِّ تَتَضَمَّنُ قِطَعًا نَقْدِيَّةً ودَبابيسَ ومَساميرَ وأَزْرارًا ورَمْلًا وسِداداتٍ فِلِّينِيَّةً وبلاستيكيَّةً وقِطْعَةَ خَشَبٍ وسِكِّينًا وشَوْكَةً.

طَريقَةُ العَمَلِ:

١) ضَعِ المَوادَّ المُرادَ اختِبارُها في العُلْبَةِ.

٢) عَنْوِنْ إحْدى صَفْحَتَيْنِ مُتَقابِلَتَيْنِ مِنْ دَفْتَرِكَ «**موادُّ يَجذِبُها المِغنَطيسُ**» وعَنْوِنِ الأُخرى «**موادُّ لا يَجذِبُها المِغنَطيسُ**».

٣) قَرِّبْ مِغْنَطيسَكَ مِنْ كُلِّ مادَّةٍ بِدَوْرِها وسَجِّلِ النَّتيجَةَ في الصَّفْحَةِ المُخَصَّصَةِ لِذٰلِكَ.



عِندَ الانتِهاءِ مِن اختِبارِ المَوادِّ أَمعِنِ النَّظَرَ في القائمَتَيْنِ وسَتُلاحِظُ أَنَّ المِغنَطيسَ يَجذِبُ بِقُوَّةٍ المَوادَّ المَصنوعَةَ مِنَ الحَديدِ والفولاذِ. ومِنَ المَعادِنِ الأُخرى الَّتي يَجذِبُها المِغنَطيسُ النِّيكِلُ والكوبَلْتُ.

ماذا حَصَلَ عِندَ غَمسِ المِغنَطيسِ في الرَّمْلِ؟ هَلِ التَقَطَ شَيْئًا؟ أَحيانًا يَحوي الرَّمْلُ جُسَيْماتٍ مِنَ المَغنَتيتِ وهٰذِهِ تَنجَذِبُ إلى المِغنَطيسِ. هَلْ يَلْتَقِطُ المِغنَطيسُ مِشبَكَ الشَّعرِ وكُرَيَّةَ المَحامِلِ وقِطَعَ النُّقودِ وقامِطَةَ الوَرَقِ؟ جَرِّبِ المِغنَطيسَ عَلى أَكبَرِ عَدَدٍ مُمكِنٍ مِنَ الأَشياءِ.

تَنبيهٌ: حَذارِ أَنْ تُقَرِّبَ مِغنَطيسَكَ مِنَ السّاعاتِ

ماذا يَحصُلُ عِندَ تَقريبِ مِغنَطيسَيْنِ؟

١) أَمسِكْ قَضيبًا مِغنَطيسيًّا في كُلِّ يَدٍ وقَرِّبْهُما بِرِفقٍ، ماذا تُلاحِظُ؟ هَلْ يَتَجاذَبانِ؟ هَلْ يَتَنافَرانِ؟

٢) كَرِّرْ ذٰلِكَ مُغايِرًا وَضعَ المِغنَطيسَيْنِ، ثُمَّ ضَعْهُما فَوقَ مِنضَدَةٍ وقَرِّبْ أَحَدَهُما مِنَ الآخَرِ بِرِفقٍ. ماذا يَحصُلُ؟ هَلْ يَتَجاذَبانِ؟ هَلْ يَدورُ أَحَدُهُما ثُمَّ يَنجَذِبُ إلى الآخَرِ؟

سَتُلاحِظُ أَنَّ قُوَّةَ المِغنَطيسِ أَشَدُّ ما يُمكِنُ في طَرَفَيْهِ ويُدعَيانِ القُطبَيْنِ. والقُطبانِ في بَعضِ المَغانِطِ مُلَوَّنانِ بِلَونٍ مُمَيِّزٍ.

هَلْ لاحَظتَ أَنَّ قُطبَيِ المِغنَطيسَيْنِ يَتَنافَرانِ أَوْ يَتَجاذَبانِ بِحَسَبِ وَضعِهِما؟ إنَّ لِكُلِّ مِغنَطيسٍ قُطبًا شَماليًّا وقُطبًا جَنوبيًّا. وعِندَ تَقريبِ المَغانِطِ تَتَنافَرُ الأَقطابُ المُتَماثِلَةُ وتَتَجاذَبُ المُختَلِفَةُ.

المَجالُ المِغْنَطيسِيُّ

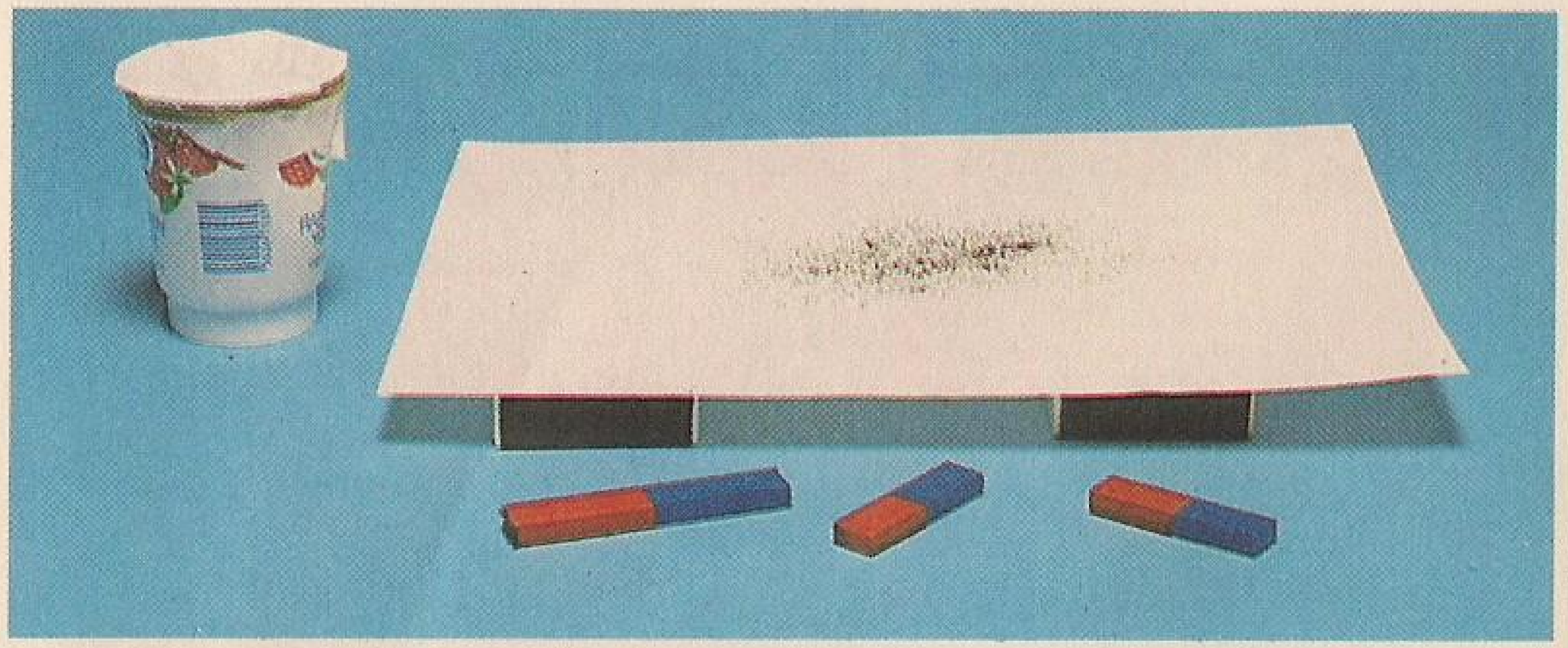
هُوَ مِنْطَقَةٌ حَوْلَ المِغْنَطيسِ ذاتُ تَأْثيرٍ مِغْنَطيسِيٍّ. وَيُمَثَّلُ المَجالُ بِخُطوطٍ (وَهْمِيَّةٍ) بَيْنَ قُطْبِ المِغْنَطيسِ الشَّمالِيِّ وَقُطْبِهِ الجَنوبِيِّ. والتَّجْرِبَةُ التّالِيَةُ تَكْشِفُ عَنْ وُجودِ المَجالاتِ المِغْنَطيسِيَّةِ.

الموادُّ اللّازِمَةُ : كوبٌ لَدائِنِيٌّ (پلاسْتيك)، بُرادَةُ الحَديدِ (يُمْلأُ ١/٤ الكوبِ)، ٣ قُضْبانٍ مِغْنَطيسِيَّةٍ، دَبّوسٌ، ٤ عُلَبِ ثِقابٍ فارِغَةٍ، صَفائِحُ وَرَقٍ بَيْضاءَ، رِباطٌ مَطّاطِيٌّ.

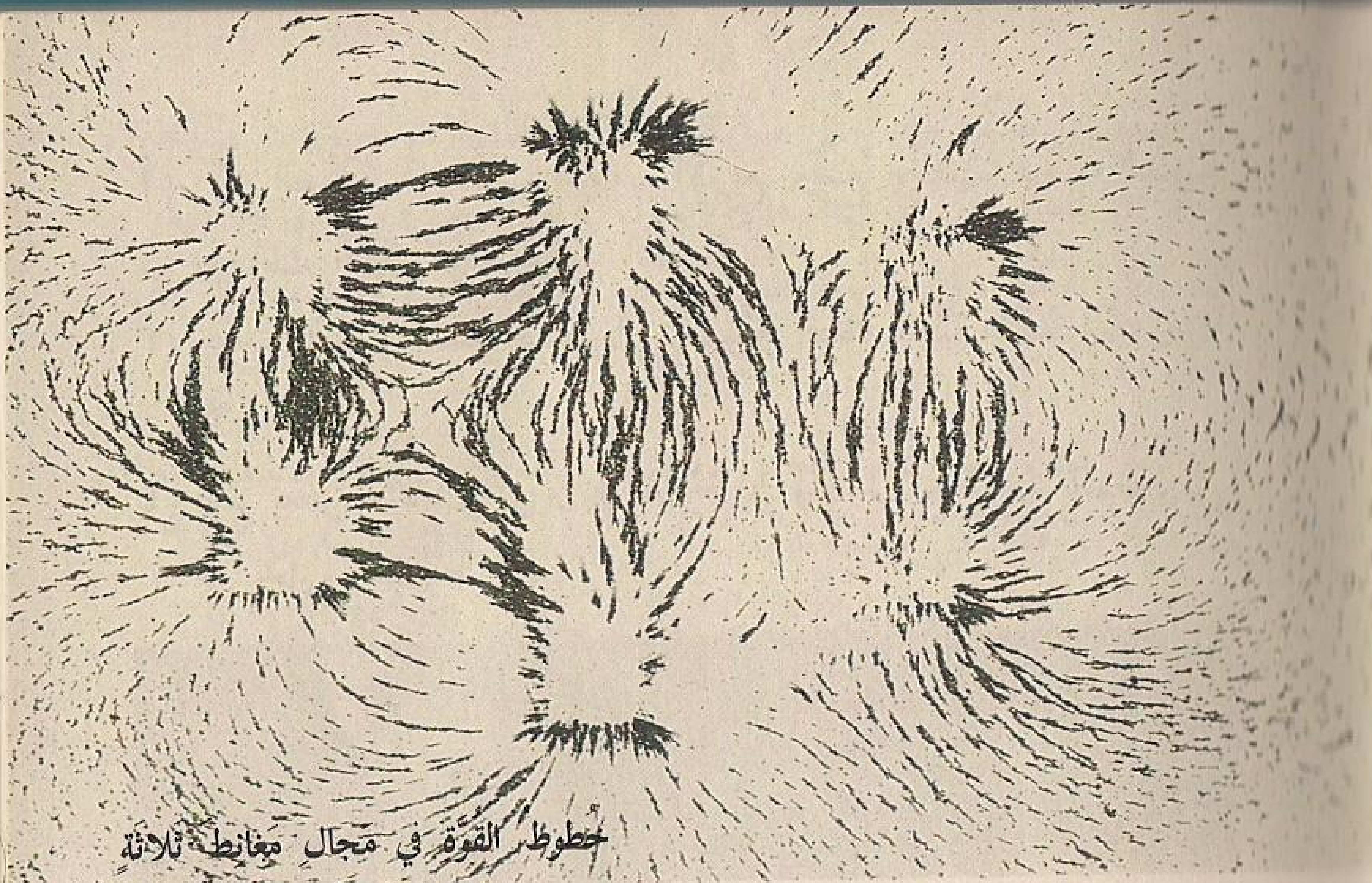
طَريقَةُ العَمَلِ :

١) غَطِّ الكوبَ بِقِطْعَةِ وَرَقٍ وَثَبِّتْها حَوْلَهُ بِرِباطٍ مَطّاطِيٍّ. ثَقِّبِ الغِطاءَ الوَرَقِيَّ بالدَّبّوسِ لِتَسْهيلِ ذَرِّ البُرادَةِ.

٢) اِسْتَخْدِمْ عُلَبَ الثِّقابِ الأَرْبَعَ كَقاعِدَةٍ تَحْمِلُ صَفيحَةَ الوَرَقِ وَضَعْ واحِدًا مِنْ مَغانِطِكَ تَحْتَ الصَّفيحَةِ.



٣) ذُرَّ البُرادَةَ فَوْقَ صَفيحَةِ الوَرَقِ وَانْقُرْها بِرِفْقٍ وَلاحِظْ تَرَتُّبَ البُرادَةِ في نَسَقٍ حَوْلَ المِغْنَطيسِ.



خُطوطُ القُوَّةِ في مَجالِ مَغانِطَ ثَلاثَةٍ

إنَّ الخُطوطَ البادِيَةَ في النَّسَقِ تُسَمَّى خُطوطَ القُوَّةِ. هَلْ تَسْتَطيعُ تَحْديدَ بِدايَتِها وَمُنْتَهاها؟ لاحِظِ اتِّجاهَها نَحْوَ القُطْبَيْنِ. ماذا يَحْصُلُ إذا وَضَعْتَ مِغْنَطيسَيْنِ تَحْتَ صَفيحَةِ الوَرَقِ وَقُطْباهُما المُتَماثِلانِ أَوَّلًا ثُمَّ المُخْتَلِفانِ مُتَقابِلانِ (وَمُتَباعِدانِ قَليلًا)؟ كَيْفَ يَبْدو نَسَقُ المَجالِ إذا اسْتَخْدَمْتَ المَغانِطَ الثَّلاثَةَ؟

اِخْتِبارُ الموادِّ المُنْفِذَةِ والحاجِبَةِ للتَّأْثيرِ المِغْنَطيسِيِّ

الموادُّ اللّازِمَةُ : مِنْضَدَةٌ خَشَبِيَّةٌ، مَشابِكُ وَرَقٍ، صينِيَّةٌ لَدائِنِيَّةٌ، ٤ عُلَبِ ثِقابٍ فارِغَةٍ، غِطاءُ عُلْبَةِ بَسْكَويتٍ مَعْدِنِيَّةٍ، مَرْطَبانٌ زُجاجِيٌّ، قَضيبُ مِغْنَطيسٍ، مِغْنَطيسٌ نَضْوِيٌّ.

طَريقَةُ العَمَلِ :

١) ضَعْ أَحَدَ المَغانِطِ تَحْتَ المِنْضَدَةِ وَبَعْضَ مَشابِكِ الوَرَقِ فَوْقَها. حَرِّكِ المِغْنَطيسَ في اتِّجاهاتٍ مُخْتَلِفَةٍ. هَلْ تَسْتَطيعُ تَحْريكَ المَشابِكِ السِّلْكِيَّةِ؟ جَرِّبِ المِغْنَطيسَ الآخَرَ وَسَجِّلْ مُلاحَظاتِكَ.

٢) رَكِّزِ الصِّينِيَّةَ عَلى عُلَبِ الثِّقابِ الأَرْبَعِ وَضَعْ مِغْنَطيسًا تَحْتَ الصِّينِيَّةِ وَمَشابِكَ الوَرَقِ فَوْقَها وَأَعِدِ التَّجْرِبَةَ .

٣) جَرِّبِ الشَّيْءَ نَفْسَهُ مُسْتَبْدِلًا بِالصِّينِيَّةِ غِطاءَ العُلْبَةِ المَعْدِنِيَّ ؛ ماذا تُلاحِظُ ؟

٤) ضَعْ بَعْضَ مَشابِكِ الوَرَقِ في المَرْطَبانِ وَحاوِلْ تَحْريكَها بِالمِغْنَطيسِ مِنْ خارِجِ المَرْطَبانِ .



٥) اِمْلَإِ المَرْطَبانَ إِلى نِصْفِهِ بِالماءِ وَأَعِدِ التَّجْرِبَةَ . هَلْ يَنْفُذُ التَّأْثيرُ المِغْنَطيسِيُّ عَبْرَ الزُّجاجِ والماءِ؟

نَظِّمْ في دَفْتَرِكَ قائِمَةً بِالمَوادِّ الَّتي تَنْفُذُ مِنْها القُوى المِغْنَطيسِيَّةُ وَأُخْرى بِالَّتي تَحْجُبُها .

يُمْكِنُكَ صُنْعُ لُعْبَةٍ تُمَثِّلُ فيها لاعِبي كُرَةِ القَدَمِ أَوْ حَيَواناتِ مَزْرَعَةٍ بِرَسْمِ الأَشْكالِ عَلى الوَرَقِ المُقَوّى (بطولِ ٤ إلى ٥ سم) وَتَلْوينِها وَقَطْعِها . ثَبِّتْ كُلَّ شَكْلٍ عَلى شَريحَةِ فِلِّينٍ سُمْكُها سَنْتيمِتْرٌ وَثَبِّتْ في قاعِدَةِ الفِلِّينَةِ مِسْمارَ رَسْمٍ .

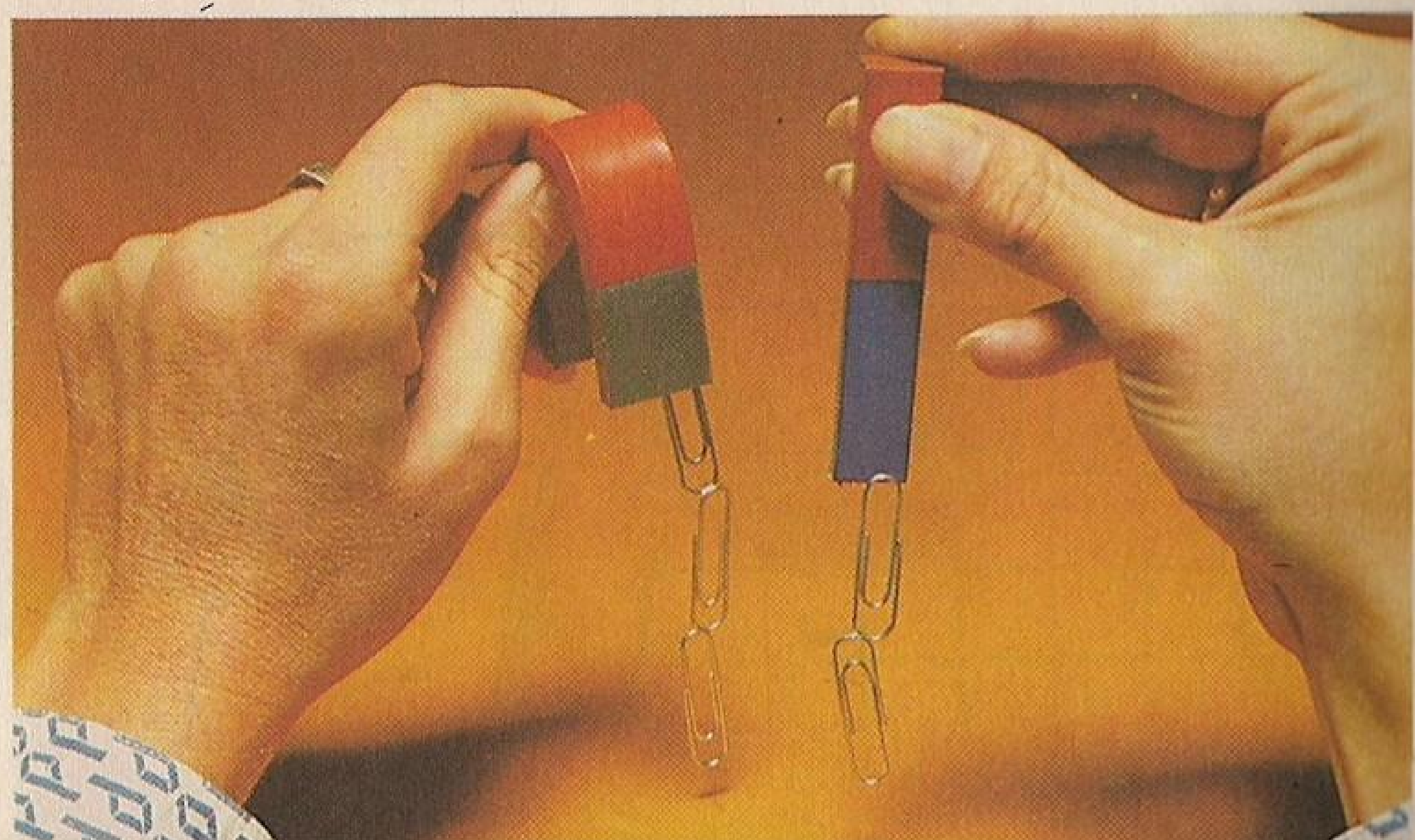
بَعْدَ ذَلِكَ أَعِدَّ لَوْحًا ثَخينًا مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى وَلَوِّنْهُ كَمَلْعَبٍ أَوْ مَزْرَعَةٍ ، وَارْفَعْهُ عَنْ سَطْحِ المِنْضَدَةِ بِتَرْكيزِ عُلَبِ ثِقابٍ فارِغَةٍ تَحْتَهُ . ثَبِّتْ مِغْنَطيسًا في طَرَفِ عَصًا لِيَسْهُلَ عَلَيْكَ تَحْريكُ الأَشْكالِ فَوْقَ اللَّوْحِ بِتَحْريكِ المِغْنَطيسِ تَحْتَهُ .

اِخْتِبارُ قُوَّةِ المَغانِطِ لِمَعْرِفَةِ الأَقْوى بَيْنَها

اللَّوازِمُ : مَجْموعَةٌ مِنَ المَغانِطِ المُخْتَلِفَةِ الأَشْكالِ والأَحْجامِ ، صَفْحَةٌ مِنْ وَرَقِ المُرَبَّعاتِ السَّنْتيمِتْرِيَّةِ الضِّلْعِ ، مَشابِكُ وَرَقٍ سِلْكِيَّةٌ .

طَريقَةُ العَمَلِ :

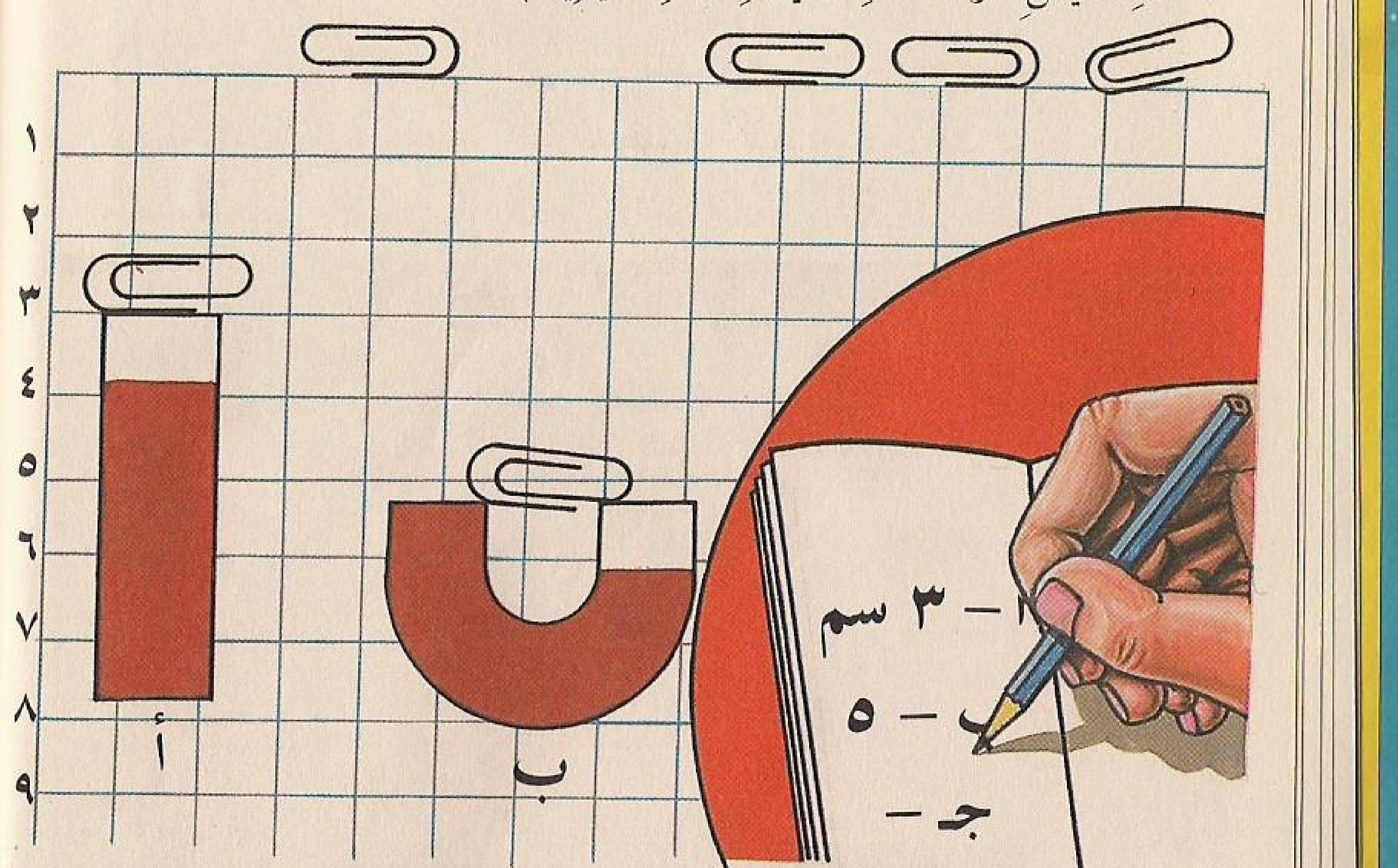
١) اُنْثُرْ مُحْتَوَياتِ صُنْدوقٍ مِنْ مَشابِكِ الوَرَقِ عَلى سَطْحِ مِنْضَدَةٍ . عُدَّ المَشابِكَ الَّتي يَلْتَقِطُها كُلُّ مِغْنَطيسٍ مُتَسَلْسِلَةً دونَ أَنْ تَسْقُطَ . إِنَّ المِغْنَطيسَ الأَقْوى هُوَ الَّذي يَلْتَقِطُ العَدَدَ الأَكْبَرَ مِنَ المَشابِكِ .



٢) للتأكُّدِ مِنْ نتائجِ تجربتِكَ ، ضَعْ صفيحةَ ورقِ المربّعاتِ السنتيمتريّةِ الضِّلعِ فوقَ المنضدةِ . ضَعْ مِشبكَ ورقٍ سلكيًّا في طرفِ الورقةِ وابدأْ تقريبَ المغنطيسِ ببطءٍ مِنْ طرفِ الورقةِ المقابلِ حتّى ينجذبَ المِشبكُ إلى المغنطيسِ . قِسِ المسافةَ الّتي ينجذبُ منها المِشبكُ إلى مختلفِ المغانطِ – إنَّ المغنطيسَ الأقوى هوَ الّذي يجذبُ المِشبكَ مِنَ المدى الأبعدِ .

٣) رتِّبْ نتائجَ اختباراتِكَ في دفترِ الملاحظاتِ لبيانِ المسافاتِ الّتي ينجذبُ منها المِشبكُ إلى المغانطِ المختلفةِ . هلْ أكبرُ المغانطِ هوَ الأقوى ؟

حاولْ أنْ تنظِّمَ سلسلةً مِنَ المشابكِ بينَ قطبَيْ مغنطيسَيْنِ . ما طبيعةُ هذينِ القطبَيْنِ ؟ حاولْ إطالةَ السلسلةِ ما أمكنَ . هلْ يرفعُ مغنطيسانِ مجتمعَيْنِ مِنَ المشابكِ ضِعفَ ما يرفعُهُ مغنطيسٌ واحدٌ ؟ (حاذرْ إسقاطَ المغنطيسِ أرضًا فذلكَ يُضعِفُ مغنطيسيّتَهُ)



كيفَ تصنعُ مغنطيسًا

اللوازمُ : قضيبُ مغنطيسٍ ، مشابكُ ورقٍ ، مِسمارٌ فولاذيٌّ (أوْ إبرةُ حياكةٍ فولاذيّةٌ) ، مِسمارٌ حديديٌّ .

طريقةُ العملِ :

١) أُدلُكِ المِسمارَ الفولاذيَّ بأحدِ قطبَيْ قضيبِ المغنطيسِ مارًّا بهِ مِنْ بدايةِ المِسمارِ حتّى نهايتِهِ باتّجاهٍ واحدٍ دومًا . وفي نهايةِ كلِّ شوطٍ ارفعِ المغنطيسَ بعيدًا عنِ المِسمارِ وادلُكْ مجدّدًا . واصلِ الدَّلْكَ لمدّةِ دقيقتَيْنِ على الأقلِّ ثمَّ اختبرِ المِسمارَ . لقدْ أصبحَ المِسمارُ مغنطيسًا يجذبُ إليهِ مشابكَ الورقِ .

٢) أعِدِ التجربةَ مستخدمًا المِسمارَ الحديديَّ . إنَّ المِسمارَ الحديديَّ لا يحتفظُ بمغنطيسيّتِهِ .

٣) بعدَ فترةٍ اختبرِ المِسمارَ الفولاذيَّ الممغنطَ سالفًا . هلْ ضعفتْ مغنطيسيّتُهُ ؟

يُمكنُكَ صُنعُ العديدِ مِنَ المغانطِ مِنْ مغنطيسٍ واحدٍ دونَ أنْ تضعفَ مغنطيسيّتُهُ . إنَّ ما يُضعِفُ المغنطيسَ هوَ إسقاطُهُ أرضًا أوْ طرقُهُ بمطرقةٍ بشدّةٍ . وللعنايةِ بالمغانطِ ضعْ مساميرَ حديديّةً عبرَ أقطابِها المتخالفةِ كحافظاتٍ .

يعتقدُ العلماءُ أنَّ المغنطيسَ يتألّفُ مِنْ ملايينِ الملايينِ مِنَ المغانطِ الدقيقةِ مرتّبةً . وممّا يُثبتُ ذلكَ أنّكَ مهما تقطعْ قضيبَ المغنطيسِ تظلُّ تحصُلُ على مغانطَ جديدةٍ !

كَيْفَ تَصْنَعُ بوصَلَةً

يُمْكِنُكَ صُنْعُ بوصَلَةٍ بَسيطَةٍ مِنْ إبْرَةٍ مُمَغْنَطَةٍ كالَّتي اسْتَخْدَمَها الصّينيّونَ والعَرَبُ مُنْذُ قُرونٍ.

المَوادُّ اللاّزِمَةُ : مَرْطَبانٌ زُجاجيٌّ ، خَيْطٌ قُطْنيٌّ (طولُهُ ١٠ سم) ، بِطاقَةُ وَرَقٍ رَقيقَةٌ ، قِطْعَةُ فِلّينٍ مُسَطَّحَةٌ ، طَبَقٌ مُسَطَّحٌ بِهِ ماءٌ ، إبْرَةٌ مُمَغْنَطَةٌ.

طَريقَةُ العَمَلِ :

١) قُصَّ مِنَ البِطاقَةِ الوَرَقيَّةِ مُرَبَّعًا طولُ ضِلْعِه ٦ سم واغْرِزِ الإبْرَةَ المُمَغْنَطَةَ عَبْرَ المُرَبَّعِ (كَما في الشَّكْلِ) ، وحاذِرْ مِنْ وَخْزِ الإبْرَةِ.

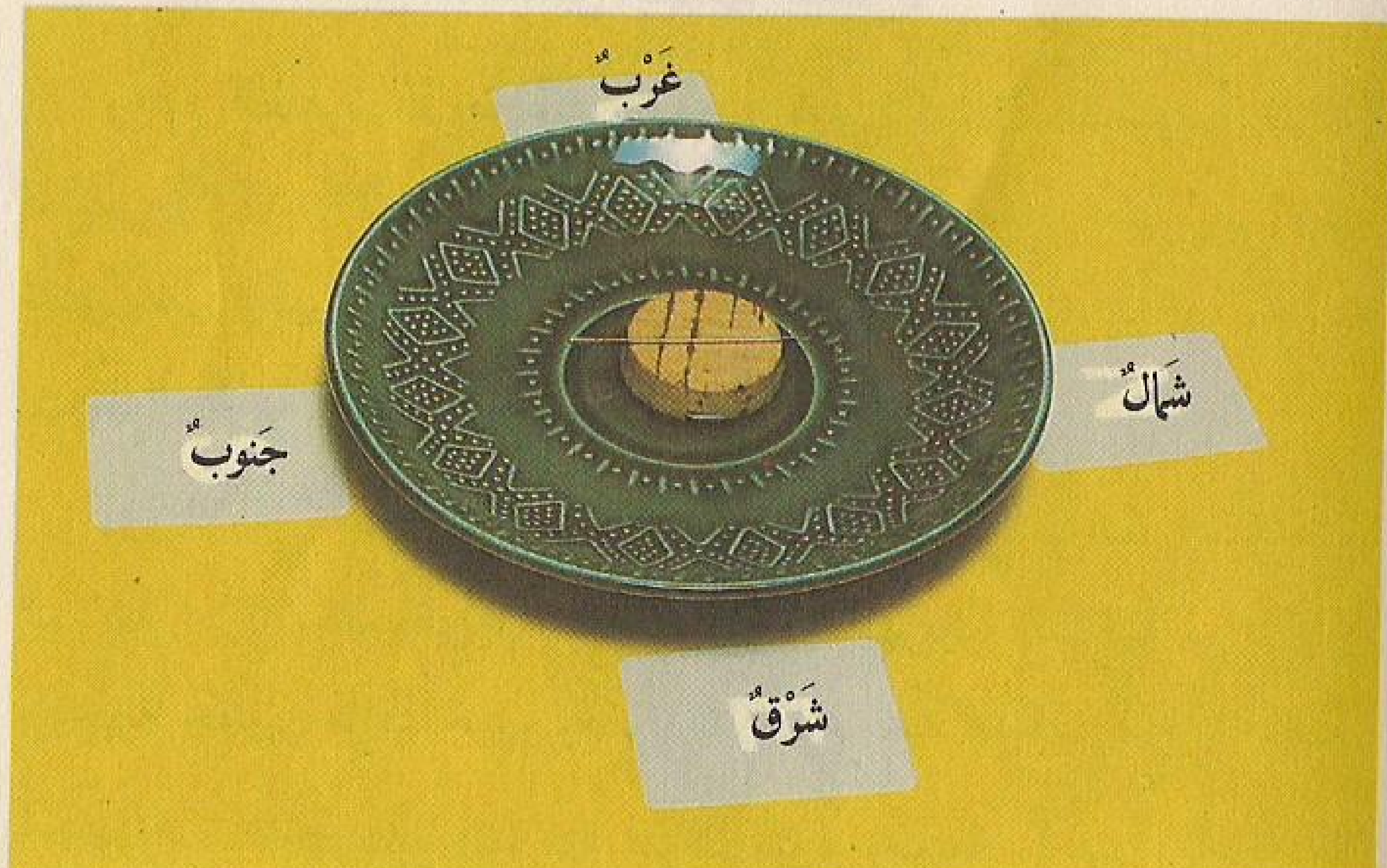
٢) أُثْقُبِ البِطاقَةَ مِنْ أَعْلاها بِحَيْثُ تَتَوازَنُ أُفُقيًّا وعَلِّقْها مِنَ الخَيْطِ القُطْنيِّ.

٣) أُرْبُطْ طَرَفَ الخَيْطِ الآخَرَ حَوْلَ قَلَمِ رَصاص وضَعْهُ مُسْتَعْرِضًا على فُوْهَةِ المَرْطَبانِ بِحَيْثُ تَتَدَلّى الإبْرَةُ (والبِطاقَةُ) وتتحرَّكُ بِحُرِّيَّةٍ فيهِ بَعيدًا عَنْ تأْثيرِ تَيّاراتِ الهَواءِ.



لِماذا تَتَّخِذُ البوصَلَةُ اتِّجاهًا شَماليًّا جَنوبيًّا ؟

أَوَّلُ مَنْ أَجابَ عَنْ هٰذا السُّؤالِ عَمَليًّا هُوَ السِّير وِلْيَم جِلْبرت الَّذي صَنَعَ نَموذَجًا مِغْنَطيسيًّا ضَخْمًا لِلأَرْضِ (أُنْظُر صَفْحَة ٥). فَقالَ إنَّ الأَرْضَ نَفْسَها مِغْنَطيسٌ كَبيرٌ، ولِهٰذا يَتَّجِهُ القُطْبُ المِغْنَطيسيُّ الدّالُّ على الشَّمالِ نَحْوَ قُطْبِ الأَرْضِ المِغْنَطيسيِّ الشَّماليِّ (باتِّجاهِ جَزيرةِ بافِن) بَيْنَما يَتَّجِهُ القُطْبُ المِغْنَطيسيُّ الدّالُّ على الجَنوبِ نَحْوَ قُطْبِ الأَرْضِ المِغْنَطيسيِّ الجَنوبيِّ (باتِّجاه القارَّةِ القُطْبيَّةِ الجَنوبيَّةِ).



تَديرُ الإبْرَةُ المُمَغْنَطَةُ الفِلّينَة في اتِّجاهٍ شَماليٍّ/جَنوبيٍّ

عَلِّمْ على طَلْحيَّةٍ وَرَقٍ كَبيرةٍ اتِّجاهاتِ البوصَلَة (شَمال/ جَنوب/ شَرْق/ غَرْب) ، ثُمَّ ضَع المَرْطَبانَ في وَسَطِ رَسْمِ البوصَلَةِ. دَوِّرِ الطَّلْحيَّةَ بِرِفْقٍ حَتّى يُشيرَ قُطْبا الإبْرَةِ في اتِّجاهٍ شَماليٍّ/ جَنوبيٍّ – فَتَحْصُلَ على بوصَلَةٍ.

وَيُمْكِنُكَ أَنْ تُطَوِّفَ قِطْعَةَ فِلّينٍ عَلَيْها إبْرَةٌ مُمَغْنَطَةٌ فَوْقَ الماءِ في طَبَقٍ مُسَطَّحٍ وَتَسْتَخْدِمَها بَدَلَ المَرْطَبانِ. لاحِظْ كَيْفَ تُديرُ الإبْرَةُ الفِلّينَة في اتِّجاهٍ شَماليٍّ/جَنوبيٍّ.

الكَهْرَبائِيَّةُ السّاكِنَةُ

أَحْيانًا عِنْدَما تَخْلَعُ كَنْزَةً صوفِيَّةً وبِخاصَّةٍ في لَيالي الخَريفِ البارِدَةِ الجافَّةِ تَسْمَعُ فَرْقَعةَ شَعْرِكَ لاحْتِكاكِها بِهِ. ولَعَلَّكَ شاهَدْتَ شَراراتٍ وَأَنْتَ تَخْلَعُ قَميصًا مِنَ النّايْلونِ في غُرْفَةٍ مُعْتِمَةٍ، أَوْ لَعَلَّكَ شَعَرْتَ بِوَخْزٍ خَفيفٍ في عَمودِكَ الفِقَرِيِّ وَأَنْتَ تَنْزَلِقُ فَوْقَ مَقْعَدٍ لَدائِنِيٍّ (بِلاسْتيكِيٍّ) الغِطاءِ في سَيّارَةٍ. هٰذِهِ الظَّواهِرُ الغَريبَةُ وَأَمْثالُها سَبَبُها الكَهْرَبائِيَّةُ السّاكِنَةُ الَّتي تَنْتُجُ عَنِ احْتِكاكِ مادَّتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْنِ بَعْضِهِما بِبَعْضٍ.

وهٰذِهِ الظّاهِرَةُ مَعْروفَةٌ مُنْذُ القِدَمِ، فَقَدِ اكْتَشَفَ الفَيْلَسوفُ اليونانِيُّ طاليس (٦٤٠ – ٥٤٦ ق. م.) أَنَّ الكَهْرَبا وَهُوَ راتِيَنْجُ الكَهْرَمانِ (وَمِنْهُ اشْتُقَّ اسْمُ الكَهْرَباءِ) يَجْذِبُ قِطَعَ الخَشَبِ الصَّغيرَةَ عِنْدَ دَلْكِهِ بِمَلابِسِهِ – مِثْلَما يَجْذِبُ حَجَرُ المِغْنَطيسِ قِطَعَ الحَديدِ.

وفي الأَلْفَيْ سَنَةٍ الَّتي تَلَتْ لَمْ يَطْرَأْ جَديدٌ عَلى دِراسَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ. وكانَ لِلسِّيرِ وِلْيَم جِلْبِرت اهْتِمامٌ بِالكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ لَمْ يَتَجاوَزْ مُلاحَظَةَ جَذْبِ مَوادَّ أُخْرى لِبَعْضِ الأَجْسامِ عِنْدَ دَلْكِها بِقُماشٍ جافٍّ.

وَدِراسَةُ الكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ مَنْزِلِيًّا مُثيرَةٌ وَمُمْتِعَةٌ، فَهِيَ مَأْمونَةٌ وَلا تَحْتاجُ إِلى مُعِدّاتٍ خاصَّةٍ إِذْ قَدْ يَكْفي مِشْطٌ لَدائِنِيٌّ لِذٰلِكَ.

السِّيرُ وِلْيَم جِلْبِرت يَشْرَحُ مُكْتَشَفاتِهِ لِلْمَلِكَةِ إِليزابِث الأُولى



اِخْتِباراتٌ عَلى الكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ

إِلْصاقُ جَريدَةٍ بِالجِدارِ

المَوادُّ اللاّزِمَةُ: صَفْحَةٌ كامِلَةٌ مِنْ جَريدَةٍ، مِسْطَرَةٌ.

طَريقَةُ العَمَلِ:

أُبْسُطِ الجَريدَةَ عَلى جِدارٍ مُسَطَّحٍ جافٍّ وَادْلُكْها جَيِّدًا بِالمِسْطَرَةِ، ثُمَّ اتْرُكْها. هَلْ تَسْقُطُ الجَريدَةُ أَمْ تَبْقى لاصِقَةً بِالجِدارِ؟ إِذا سارَتِ الأُمورُ كَما يَجِبُ، فَإِنَّ الجَريدَةَ تَلْصَقُ بِالجِدارِ.

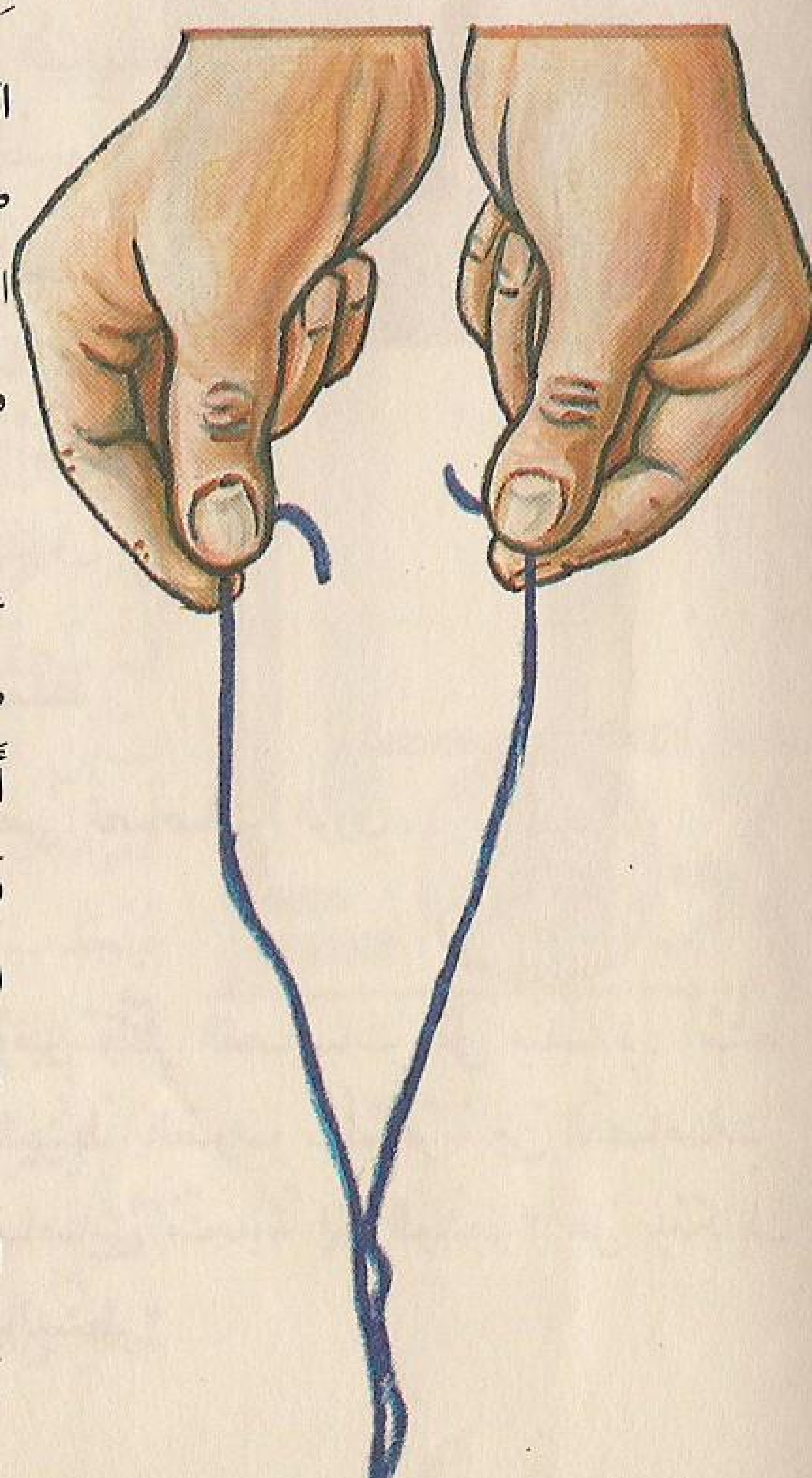
اِخْتِبارٌ مُسَلٍّ بِخَيْطَيْ صوفٍ

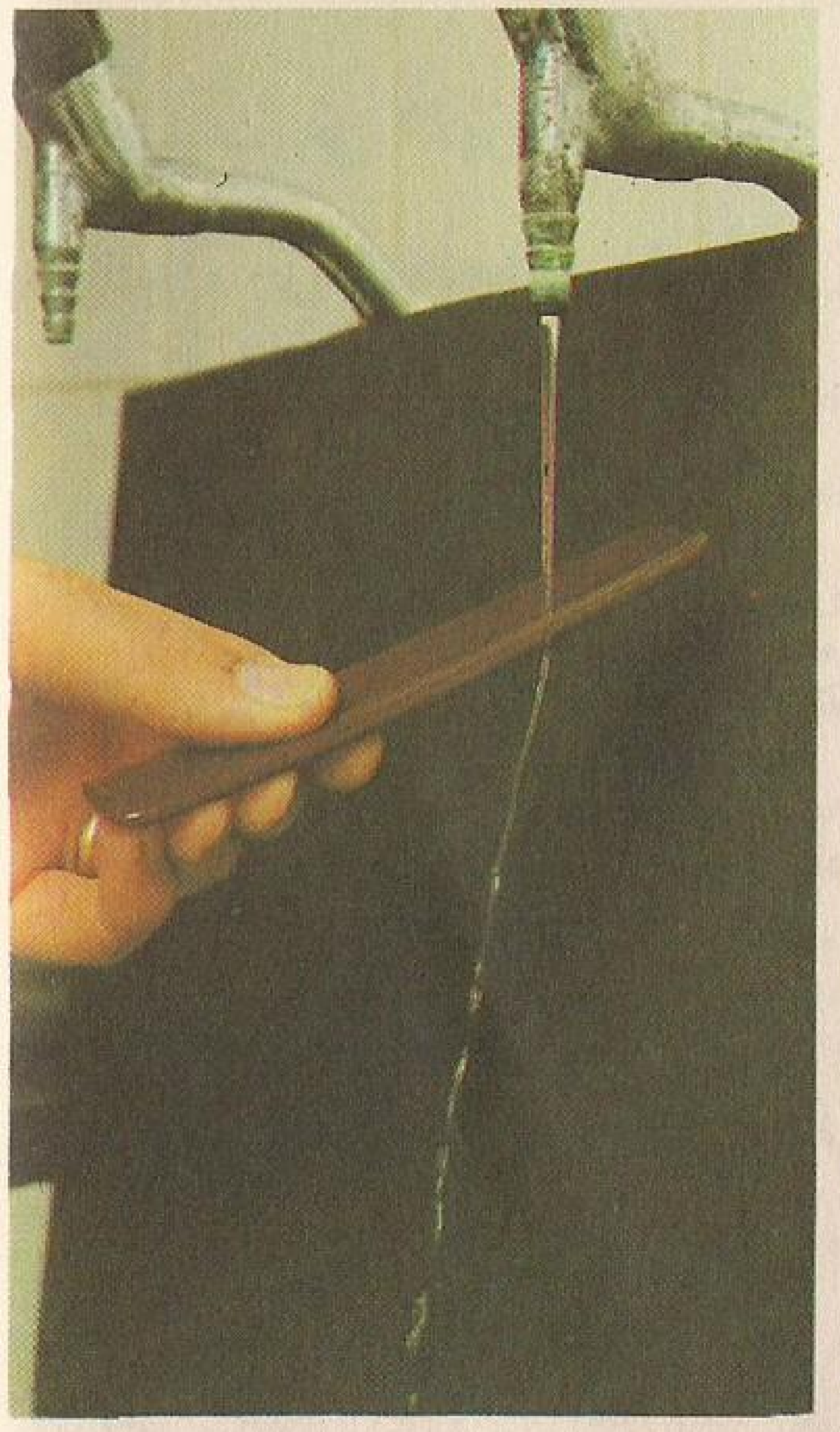
اللَّوازِمُ: بالونٌ، خَيْطانِ طَويلانِ مِنَ الصّوفِ المَغْزولِ.

طَريقَةُ العَمَلِ:

ضَعْ خَيْطَي الصّوفِ عَلى المِنْضَدَةِ وادْلُكْهُما طولِيًّا بِبالونٍ مَنْفوخٍ. ثُمَّ أَمْسِكْ طَرَفَيِ الخَيْطَيْنِ وَاتْرُكْهُما يَتَدَلَّيانِ مُبْقِيًا المَسافَةَ بَيْنَهُما حَوالى ٦ سم. ماذا يَحْدُثُ؟

هَلْ تَحْصُلُ عَلى النَّتيجَةِ ذاتِها بِخَيْطَيْنِ عادِيَّيْنِ؟





اِنْعِطافُ الماءِ

اللَّوازِمُ: مِشْطٌ لَدائِنِيٌّ (بلاستيكيٌّ)

طَرِيقَةُ العَمَلِ:

اِفْتَحْ صُنْبورَ الماءِ البارِدِ في حَوْضِ المَطْبَخِ قليلًا بِحَيْثُ تَحصُلُ على تَيّارِ ماءٍ رَفيعٍ جِدًّا. أُمْشُطْ شَعْرَكَ بالمِشْطِ (أو ادْلُكْهُ بالصّوفِ بِشِدَّةٍ) ثُمَّ قَرِّبْهُ مِنْ تَيّارِ الماءِ. ماذا يَحْدُثُ؟ هَلِ انْعَطَفَ تَيّارُ الماءِ؟ اُدْلُكْ أشْياءَ أُخرى وقَرِّبْها مِنَ التَّيّارِ. هَلْ تَحْصُلُ على النَّتيجَةِ نَفْسِها؟

إنَّ الماءَ يَنْعَطِفُ نَحْوَ أيِّ جِسْمٍ مَشْحونٍ بالكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ. وَاذْكُرْ أنَّكَ تَحْصُلُ على أفْضَلِ النَّتائِجِ في الطَّقْسِ البارِدِ الجافِّ.

جَذْبُ قُصاصاتِ الوَرَقِ بالمِشْطِ

اللَّوازِمُ: مِشْطٌ لَدائِنِيٌّ، بَعْضُ قُصاصاتِ الوَرَقِ.

طَرِيقَةُ العَمَلِ:

مَزِّقْ قِطْعَةً مِنَ الوَرَقِ الرَّقيقِ وَانْثُرِ القُصاصاتِ على مِنْضَدَةٍ. أُمْشُطْ شَعْرَكَ بالمِشْطِ، أَوِ ادْلُكِ المِشْطَ بالصّوفِ، ثُمَّ قَرِّبْهُ مِنَ القُصاصاتِ. ماذا يَحْدُثُ؟ هَلْ تَقْفِزُ القُصاصاتُ مُنْجَذِبَةً إلى المِشْطِ؟ هَلْ بِإمْكانِكَ الْتِقاطُ بَعْضِ القُصاصاتِ بالمِشْطِ؟

أَعِدِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا قِطَعًا صَغيرةً مِنَ الفِلِّينِ. كَمْ قِطْعَةً الْتَقَطَ المِشْطُ؟ جَرِّبْ نُتَفًا مِنْ مَوادَّ أُخْرى.

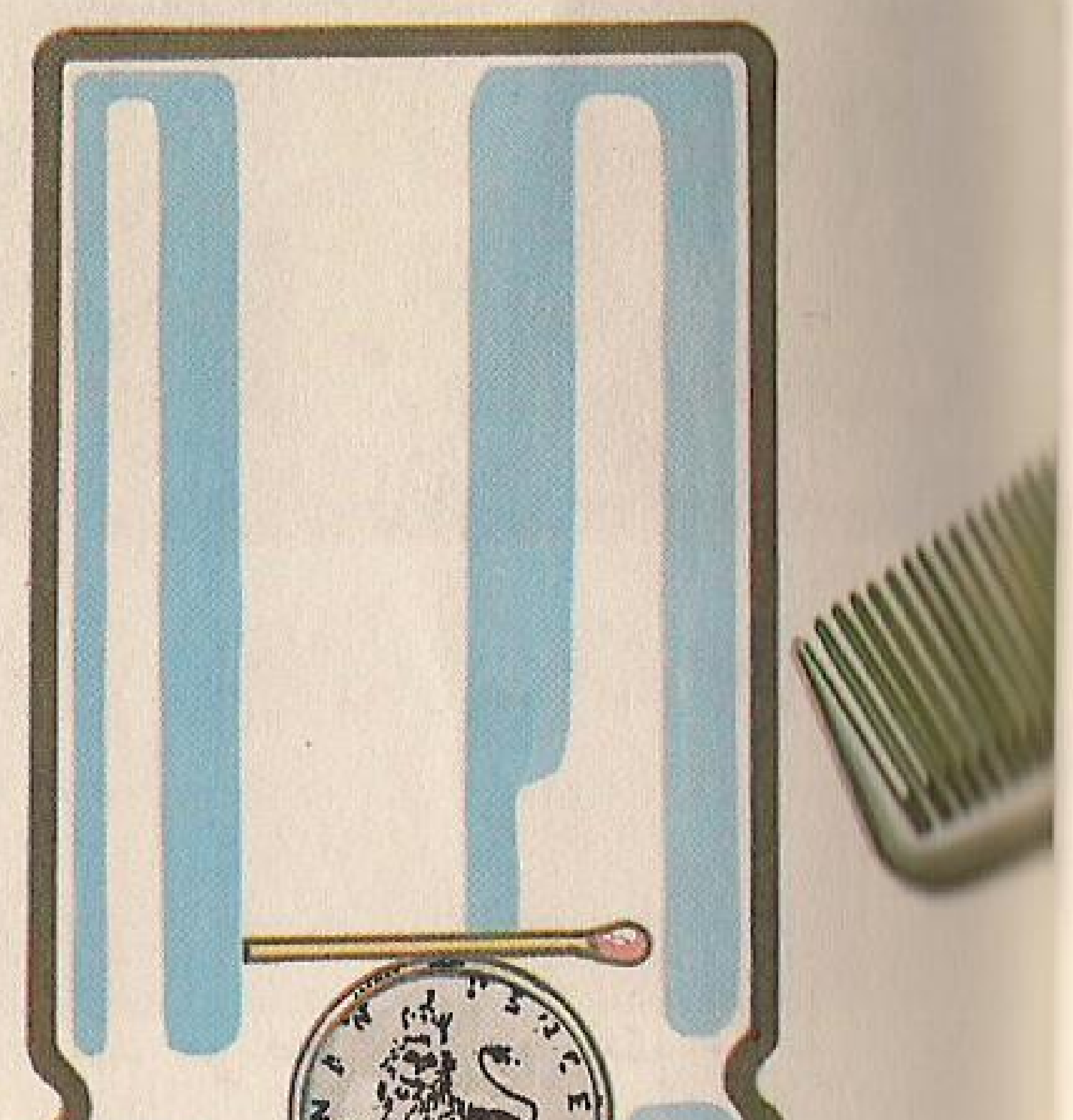
تَحْريكُ كُرَةِ الطّاوِلَةِ بالكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ

اللَّوازِمُ: مِشْطٌ لَدائِنِيٌّ، قُماشٌ صوفِيٌّ، كُرَةُ طاوِلَةٍ (پِنْغ پونْغ).

طَرِيقَةُ العَمَلِ:

اِشْحَنِ المِشْطَ بِدَلْكِهِ جَيِّدًا بالصُّوفِ ثُمَّ قَرِّبْهُ مِنْ طابَةِ الپِنْغ پونْغ فَوْقَ المِنْضَدَةِ. ماذا يَحْدُثُ؟

إخْلالُ التَّوازُنِ فَوْقَ قِطْعَةِ النَّقْدِ



اللَّوازِمُ: قِطْعَةُ نَقْدٍ، مَرْطَبانٌ زُجاجِيٌّ، عودُ ثِقابٍ، مِشْطٌ.

طَرِيقَةُ العَمَلِ:

وَقِّفْ قِطْعَةَ النَّقْدِ على حَرْفِها وَوازِنْ فَوْقَها عودَ ثِقابٍ، ثُمَّ اقْلِبِ المَرْطَبانَ الزُّجاجِيَّ فَوْقَها بِعِنايَةٍ. اِشْحَنِ المِشْطَ كَما سَبَقَ وَقَرِّبْهُ مِنَ المَرْطَبانِ مُقابِلَ أَحَدِ طَرَفَيِ العودِ، فَيَنْجَذِبَ العودُ وَيَسْقُطُ أمامَ دَهْشَةِ الأَصْدِقاءِ!

وَنُكَرِّرُها هُنا أَنَّكَ تَحْصُلُ على أَفْضَلِ النَّتائِجِ في أَحْوالٍ جَوِّيَّةٍ جافَّةٍ وَبارِدَةٍ.



البَرْقُ تَفْرِيغٌ كَهْرَبائِيٌّ يَشُقُّ عِنانَ السَّماءِ

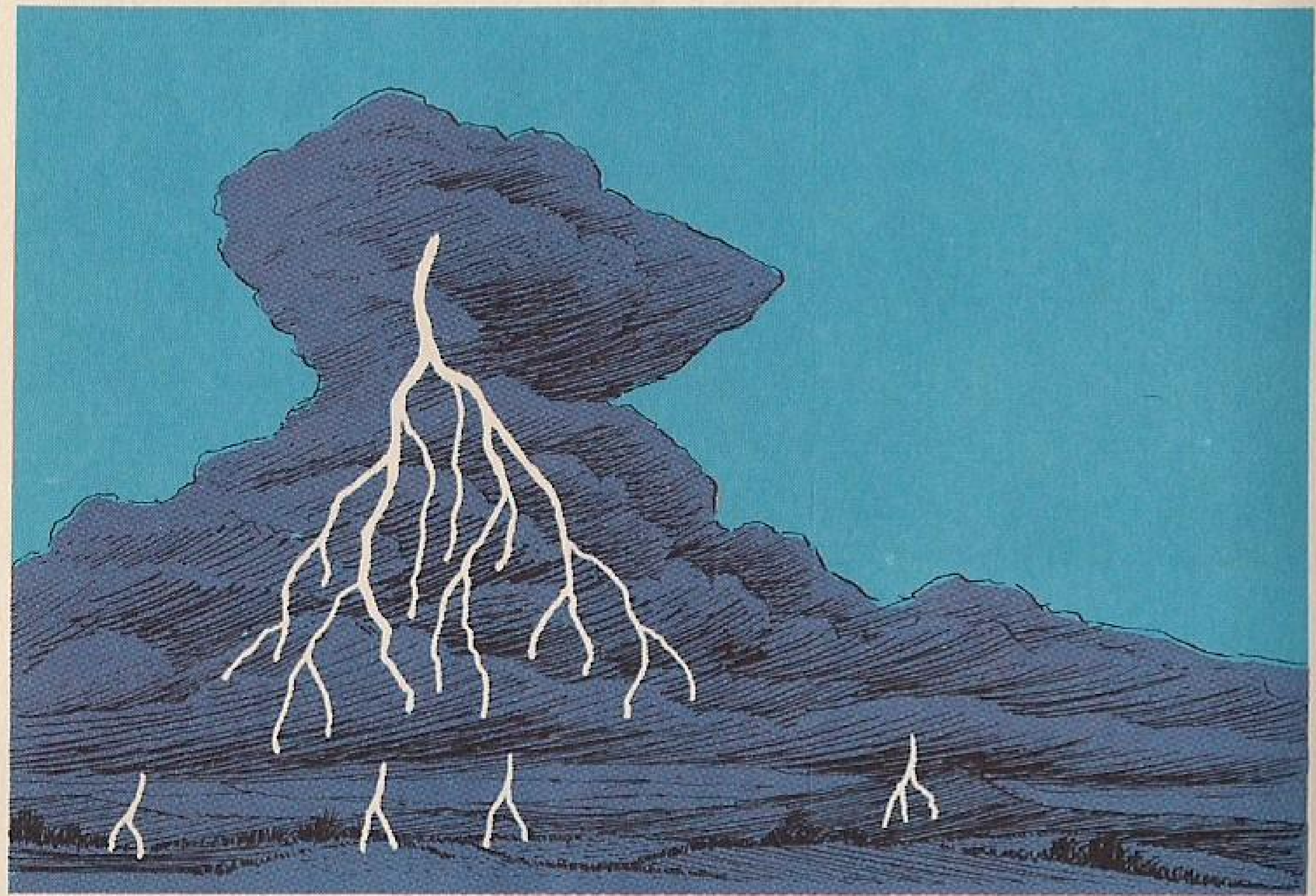
البَرْقُ والرَّعْدُ

كانَ الإِنْسانُ القَدِيمُ يَعزو البَرْقَ والرَّعْدَ إلى غَضَبِ الآلِهَةِ . وظَلَّ بَعْضُ النّاسِ حَتّى وَقْتٍ مُتَأَخِّرٍ يَعْتَقِدونَ أَنَّ الرَّعْدَ هُوَ صَدى انْفِجاراتٍ غازِيَّةٍ هائِلَةٍ خَلْفَ السُّحُبِ .

ونَحْنُ نَعْلَمُ اليَوْمَ أَنَّ البَرْقَ هُوَ تَفْرِيغٌ كَهْرَبائِيٌّ يَجْري بَيْنَ غَيْمَةٍ وأُخْرى أَوْ بَيْنَها وبَيْنَ الأَرْضِ ، وقَدْ يُحْدِثُ أَضْرارًا جَسِيمَةً . وتُسْتَخْدَمُ مانِعَةُ الصَّواعِقِ لِحِمايَةِ المَباني العالِيَةِ مِنْ أَضْرارِ هٰذا التَّفْرِيغِ بِتَسْهِيلِ سَيْرِ الشِّحْناتِ عَبْرَ مُوَصِّلاتٍ إلى الأَرْضِ .

وقَدْ أَثْبَتَ العالِمُ الأَمْرِيكِيُّ بِنْجامين فرانْكلين (١٧٠٦ – ١٧٩٠) العَلاقَةَ بَيْنَ البَرْقِ والكَهْرَباءِ حِينَ حَصَلَ عَلى شَراراتٍ كَهْرَبائِيَّةٍ كَبِيرَةٍ مِنْ مِفْتاحٍ مُعَلَّقٍ بِطائِرَتِهِ الوَرَقِيَّةِ عِنْدَ حُدوثِ البَرْقِ . وهٰذِهِ التَّجْرِبَةُ مِنَ الخُطورَةِ بِحَيْثُ إِنَّ أَحَدًا لَمْ يُكَرِّرْها بَعْدَ ذٰلِكَ . وتُطالِعُنا الصُّحُفُ دَوْمًا بِأَنْباءٍ مُؤْسِفَةٍ عَنْ مَواشٍ أَوْ أُناسٍ يُلاقونَ حَتْفَهُمْ صَعْقًا بِالبَرْقِ .

قَدْ يَصِلُ ارْتِفاعُ سَحابَةِ الرُّكامِ المُزْنِيِّ الرَّعّادَةِ السَّنْدانِيَّةِ الشَّكْلِ إلى حَوالى ١٠ كِيلومِتْراتٍ .



تُشْحَنُ الغُيومُ بِالكَهْرَبائِيَّةِ السّاكِنَةِ نَتِيجَةً لِاحْتِكاكِ قُطَيْراتِ الماءِ فِيها بِجُزَيْئاتِ الهَواءِ . وقَدْ يَصِلُ فَرْقُ الجُهْدِ الكَهْرَبائِيِّ بَيْنَ نِهايَتَيِ السَّحابَةِ إلى ١٠٠ مَلْيون فُلْطٍ حِينَ يَحْصُلُ التَّفْرِيغُ بِشَراراتٍ هائِلَةٍ هِيَ البَرْقُ . وتُمَدِّدُ الحَرارَةُ النّاتِجَةُ الهَواءَ لَحْظَةً يَعْقُبُها الرَّعْدُ وهُوَ قَرْقَعَةُ اصْطِدامِ الهَواءِ العائِدِ بَعْدَ عُبورِ الشَّرارَةِ .

الكَهْرباءُ

كَيْ تُدْرِكَ أَهَمِّيَّةَ الكَهْرَباءِ في عالَمِنا المُعاصِرِ تَصَوَّرْهُ دونَ كَهْرباءٍ – المَصانِعُ والمَكَناتُ مُتَوَقِّفَةٌ في مُعْظَمِها والمُدُنُ وأَحْياؤُها تَسْبَحُ في ظَلامٍ دامِسٍ وذُعْرٍ ، والأَدَواتُ والأَجْهِزَةُ الكَهْرَبائِيَّةُ في المَنْزِلِ مُتَعَطِّلَةٌ .

الكَهْرَباءُ نَوْعٌ مِنَ الطّاقَةِ يُسَمِّيها العُلَماءُ **ساكِنَةً** في حالَةِ السُّكونِ **ومُتَحَرِّكَةً** إذا كانَتْ تَسْري بِسُرْعَةٍ في موصِلٍ . وسَرَيانُ الكَهْرَباءِ يُعَبَّرُ عَنْهُ بالتَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ . وتَتَأَلَّفُ **الدّارَةُ الكَهْرَبائِيَّةُ** مِنْ مَصْدَرِ قُدْرَةٍ (مَحَطَّةِ تَوْليدٍ أَوْ بَطّارِيَّةٍ) وَأَسْلاكِ تَوْصيلٍ يَسْري فيها التَّيّارُ وجِهازٍ يَعْمَلُ بالكَهْرَباءِ .

وفي الصَّفَحاتِ التّالِيَةِ بَعْضُ التَّجارِبِ الَّتي يُمْكِنُكَ إجْراؤُها في المَنْزِلِ وقائِمَةٌ بالمَوادِّ الَّتي يُمْكِنُكَ جَمْعُها أَوْ شِراؤُها .

تَحْذيرٌ

اِسْتَخْدِمِ البَطّارِيّاتِ الجافَّةَ (كالَّتي تُسْتَخْدَمُ لِمَصابيحِ الجَيْبِ أَوْ للرّاديو) فَقَطْ في تَجارِبِكَ . والتَّجارِبُ الوارِدَةُ في هٰذا الكِتابِ لا تَحْتاجُ إلى بَطّارِيّاتٍ تَزيدُ فُلْطِيَّتُها على ٤,٥ فُلْط .

تَحْذيرٌ

لا تَسْتَخْدِمْ لأَيٍّ مِنْ تَجارِبِكَ مآخِذَ أو وُصْلاتِ الكَهْرَباءِ في المَنْزِلِ ، ولا تَعْبَثْ بها مُطْلَقًا مَهْما كانَتِ الظُّروفُ . إنَّ فُلْطِيَّةَ التَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ في البُيوتِ **خَطِرَةٌ جِدًّا** (إنْ كانَتْ ١١٠ أَوْ ٢٢٠ فُلْطًا) .

تَحْذيرٌ

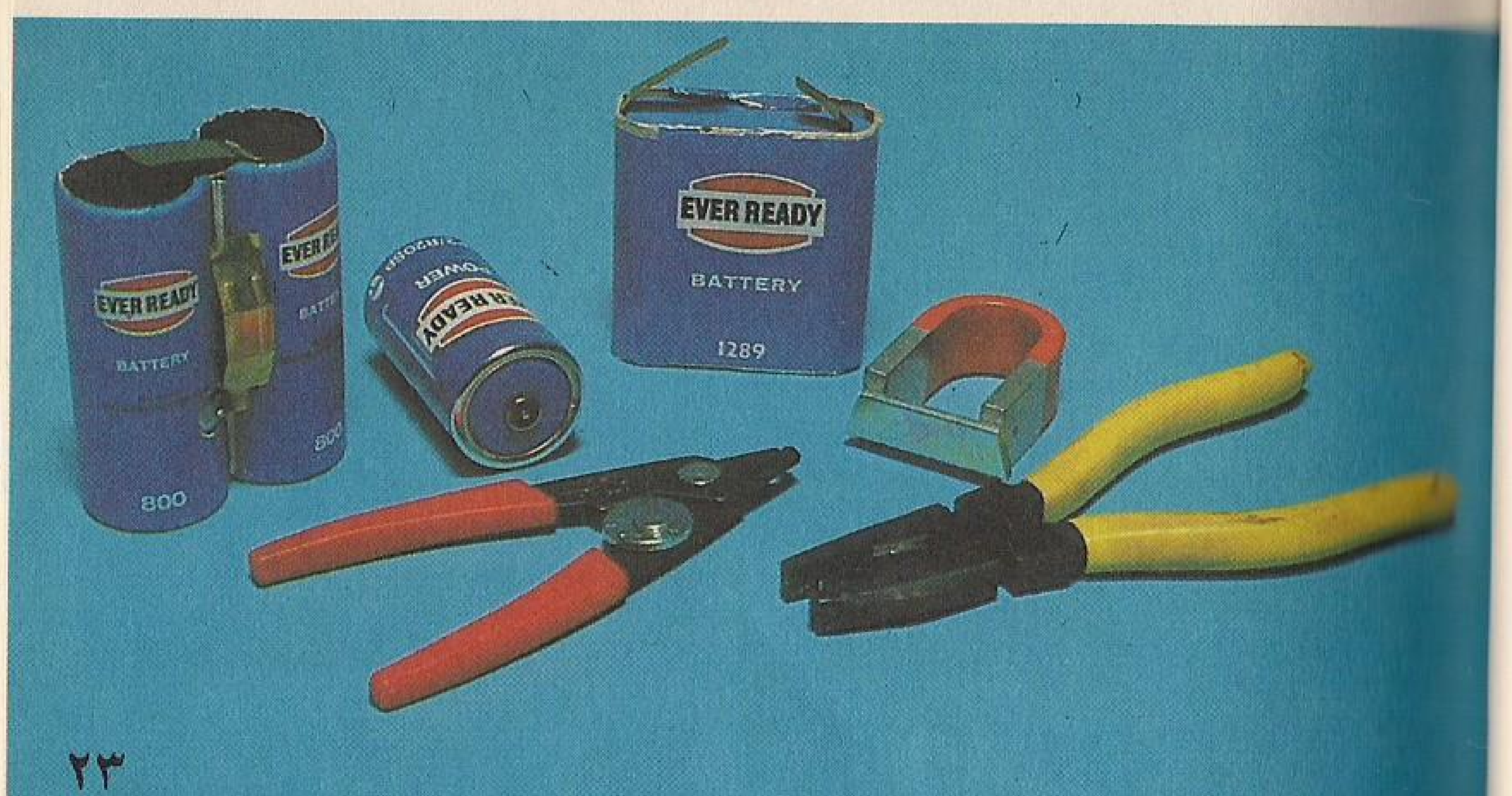
لا تَسْتَخْدِمْ بَطّارِيّاتِ السَّيّاراتِ لِأَنَّ بِها حَوامِضَ وكيماوِيّاتٍ **خَطِرَةً** .

المُعَدّاتُ الَّتي قَدْ تَحْتاجُها لاِخْتِباراتِكَ الكَهْرَبائِيَّةِ

أَسْلاكٌ
يُمْكِنُكَ الحُصولُ عَلى كَمِّيَّةٍ كَبيرَةٍ مِنَ الأَسْلاكِ . اِجْمَعْ أَنْواعًا مُخْتَلِفَةً مِنْها . وفي مُعْظَمِ تَجارِبِكَ اسْتَخْدِمْ أَسْلاكًا مَعْزولَةً بالبْلاستيكِ أَوْ مَطْلِيَّةً بالمينا (ولَعَلَّ عِيارَ ٢٨ هُوَ الأَنْسَبُ لِتَجارِبِكَ) .

قَطّاعَةُ أَسْلاكٍ
يُمْكِنُ اسْتِخْدامُ زَرَدِيَّةٍ عادِيَّةٍ ، لٰكِنَّ القَطّاعَةَ تُسَهِّلُ تَعْرِيَةَ أَطْرافِ الأَسْلاكِ لِتَوْصيلِها .

بَطّارِيّاتٌ
اسْتَخْدِمِ البَطّارِيّاتِ **فَقَطْ** كَمَصْدَرٍ لِلطّاقَةِ في تَجارِبِكَ . اِشْتَرِ مِنَ البَطّارِيّاتِ ما تَحْتاجُهُ مِنْ بَطّارِيّاتٍ مُفْرَدَةٍ ومُزْدَوِجَةٍ ، فُلْطِيَّتُها ١,٥ فُلْط و ٣ فُلْط و ٤,٥ فُلْط . إنَّ هٰذِهِ الفُلْطِيّاتِ تَفي بِغَرَضِ تَجارِبِكَ المُخْتَلِفَةِ واسْتِعْمالُها مأمونُ العاقِبَةِ . اِخْزِنِ البَطّارِيّاتِ في بَرّادِ المَطْبَخِ لِتَحْتَفِظَ بِفَعّالِيَّتِها .





بُصَيْلاتُ مَصابيح اِشْتَرِ مِنْ بُصَيْلاتِ مَصابيحِ الجَيْبِ الكَهْرَبائيَّةِ ما تَحْتاجُهُ. وتَحمِلُ البُصَيْلَةُ عادةً القُلْطيَّةَ والتَّيار المُناسِبَيْنِ لإنارتِها ، فاخْتَرْ أَنْتَ لِتَجارِبكَ ما عَلَيْهِ ٢,٥ قُلْط و ٠,٥ أمْپير. عِلْمًا أَنَّ اسْتِخْدامَ بطّاريَّةٍ أَقْوى يَجْعَلُ فَتيلَةَ البُصَيْلَةِ تَحْتَرِقُ بِسُرْعَةٍ .

دُوِيُّ البُصَيْلات يُمْكِنُكَ الحُصولُ على هٰذِهِ الدُّوِيِّ المَعْزولَةِ مِنْ حانوتِ الكَهْرَبائيِّ لإِقْعادِ البُصَيْلاتِ وتَوْصيلِها بِتَيّارِ الدّارةِ .

مَفاتيحُ كَهْرَبائيَّةٌ المَفاتيحُ الكَهْرَبائيَّةُ الصَّغيرَةُ لِوَصْلِ الدّارة وقَطْعِها مُتَوافِرَةٌ في حانوتِ الكَهْرَبائيِّ .

مَغانِطُ عِدَّةُ مَغانِطَ قَضيبيَّةٍ ومِغْنَطيسٌ نَضْويٌّ كَبيرٌ .

مُتَفَرِّقاتٌ فِلِّينَةٌ كَبيرَةٌ ، دَبابيسُ رَسْمٍ ، إِبَرٌ ، دَبابيسُ ، مِصْباحُ جَيْبٍ كَهْرَبائيٌّ ، مَرْطَبانٌ زُجاجيٌّ ، قِطَعُ خَشَبٍ ، مَساميرُ .

مِفَكُّ بَراغٍ مِفَكّاتُ البَراغي الصَّغيرةُ الرَّفيعَةُ تُناسِبُ تَجارِبَكَ ، وَهْيَ مُتَوافِرَةٌ في حَوانيتِ الخُرْدَواتِ .

بَعْدَ أَنْ تُجَمِّعَ هٰذِهِ المَوادَّ رَتِّبْها في عُلْبَةٍ أَوْ صُندوقٍ لِحينِ الاِسْتِعْمالِ .
اِسْتَخْدِمْ دَفْتَرَ المُلاحَظاتِ نَفْسَهُ الَّذي يَحْوي مُلاحَظاتِكَ .

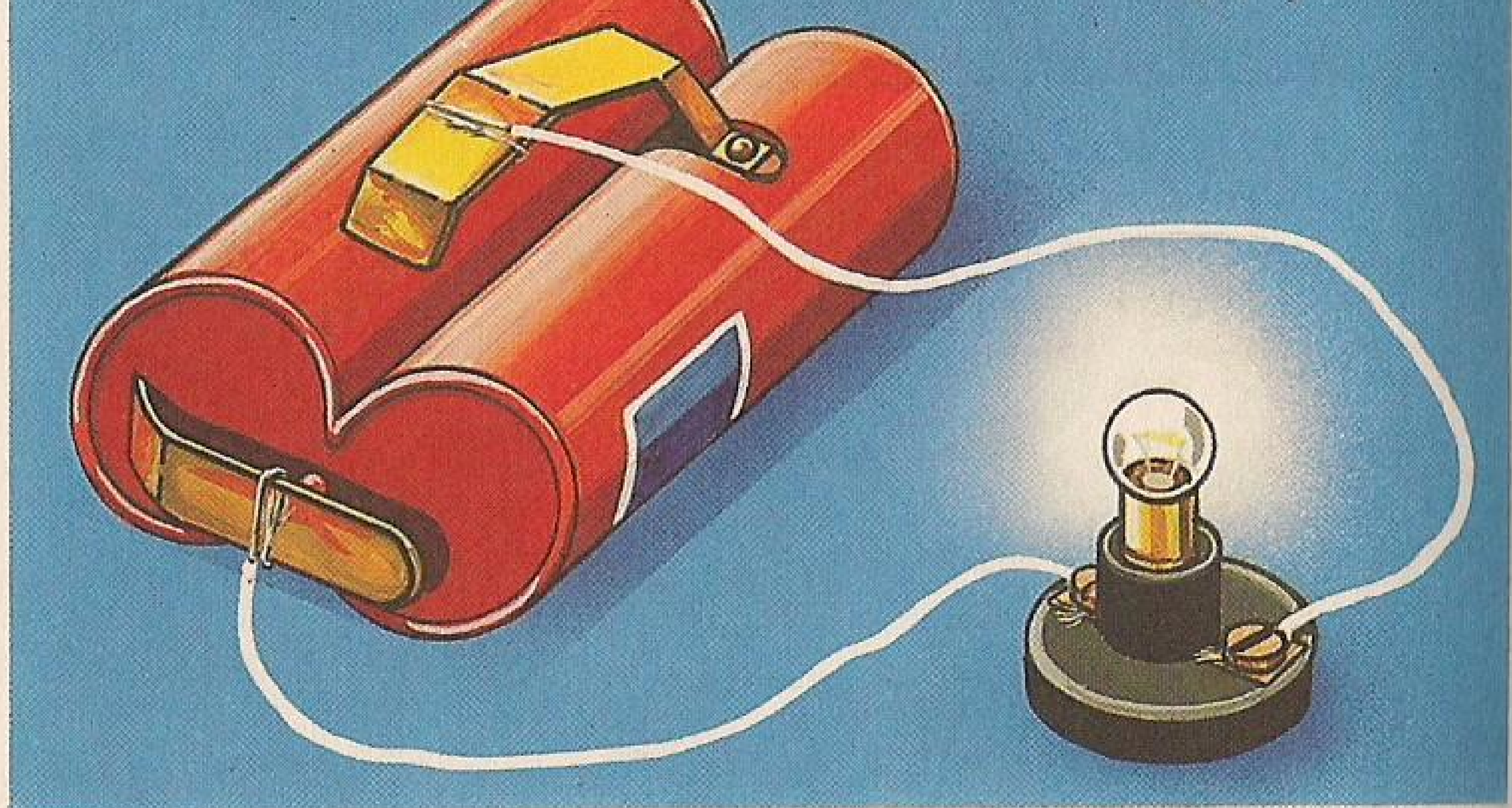
كَيْفَ تُضيءُ بُصَيْلَةَ مِصْباحِ الجَيْبِ الكَهْرَبائيِّ

اللَّوازِمُ : بَطّاريَّةٌ جُهْدُها ١,٥ قُلْط وأُخْرى مُزْدَوِجَةٌ جُهْدُها ٣ قُلْط ، أَسْلاكٌ رَفيعةٌ مُقَطَّعَةٌ بطولِ ١٠ سم ، بُصَيْلَةُ مِصْباحِ جَيْبٍ ، دَواةُ بُصَيْلَةٍ ، مُعَرِّيَةُ أَسْلاكٍ ، مِفَكٌّ رَفيعٌ ، شَريطٌ لاصِقٌ (لِتَثْبيتِ الوُصْلاتِ) .

طَريقَةُ العَمَلِ :

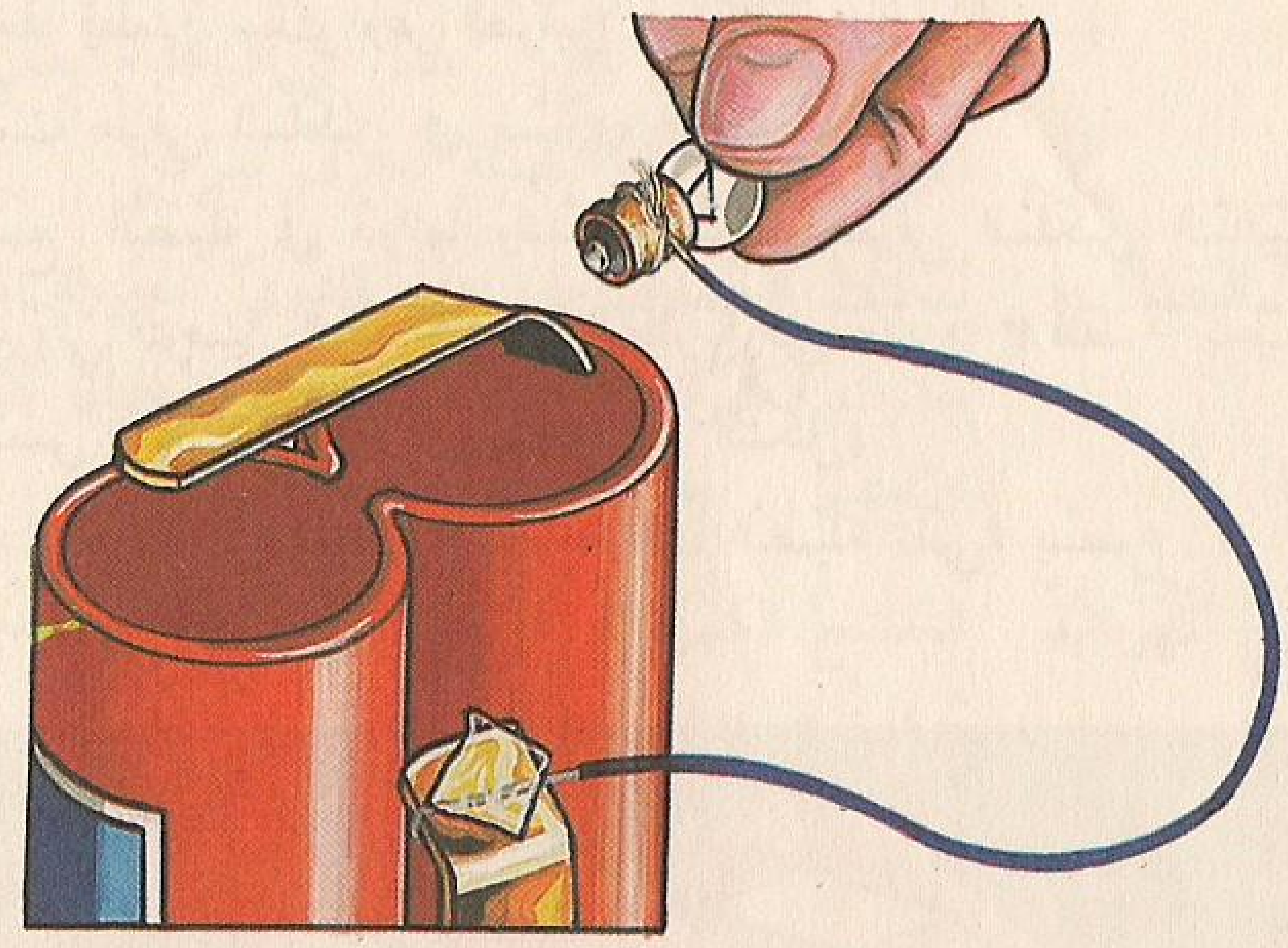
١) خُذْ قِطْعَتَيْ سِلْكٍ وَعَرِّ الطَّرَفَيْنِ في كُلٍّ مِنْهُما .
٢) ثَبِّتْ طَرَفَي السِّلْكَيْنِ في مِسْمارَيِ الدَّواةِ .
٣) ضَعِ البُصَيْلَةَ في دَواتِها وَشُدَّها . اِلْمِسْ بِطَرَفَي السِّلْكَيْنِ السّائبَيْنِ عُرْوَتَي التَّوصيلِ المَعْدِنِيَّتَيْنِ في البَطّاريَّةِ الَّتي جُهْدُها ٣ قُلْط – بِحَيْثُ يَمَسُّ كُلُّ سِلْكٍ طَرَفًا مِنْها (أُنْظُرِ الشَّكْلَ) .
٤) إذا كانَتْ تَوْصيلاتُكَ صَحيحَةً فإِنَّ البُصَيْلَةَ تُضيءُ بِسُطوعٍ .

دارةٌ بَسيطَةٌ



في الدّارةِ البسيطةِ الّتي صنَعْتَها تسْري الكَهْرباءُ مِنَ البطّاريّةِ عَبْرَ السِّلْكِ إلى البُصَيْلَةِ ثُمَّ تعودُ عَبْرَ السِّلْكِ الآخرِ إلى البطّاريّةِ. وإذا ما قُطِعَتِ الدّارةُ في أيِّ مكانٍ ولأيِّ سببٍ، كإفْلاتِ أحَدِ السِّلْكَيْنِ، فإنَّ البُصَيْلَةَ لا تُضيءُ. لِذا تَثَبَّتْ مِنْ تَوْصيلاتِكَ دائمًا.

٥) الآنَ ارْفَعِ البُصَيْلَةَ مِنَ الدَّواةِ وحاوِلِ اسْتِخْدامَ سِلْكٍ واحِدٍ فقطْ لإكْمالِ الدّارةِ وإضاءةِ البُصَيْلَةِ. هَلْ بإمْكانِكَ ذلِكَ؟



ثَبِّتْ طَرَفَ السِّلْكِ بإحْدى عُرْوَتَيِ التَّوْصيلِ لِلْبطّاريّةِ بشَريطٍ لاصِقٍ، ولُفَّ طَرَفَ السِّلْكِ الآخرَ حَوْلَ ساقِ البُصَيْلَةِ المُلَوْلَبِ بإحْكامٍ. أَقْعِدْ كُتْلَةَ اللِّحامِ في قاعِدَةِ البُصَيْلَةِ فَوْقَ عُرْوَةِ التَّوْصيلِ الأُخْرى لِلْبطّاريّةِ فتَكْتَمِلُ الدّارةُ وتُضيءُ البُصَيْلَةُ.

أَعِدِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا البطّاريّةَ الّتي جُهْدُها ١,٥ فُلْط. هَلْ تُضيءُ البُصَيْلَةُ بالسُّطوعِ ذاتِهِ؟ هَلْ يُؤَثِّرُ طولُ السِّلْكِ أَوْ ثَخانَتُهُ في سُطوعِها؟

هَلْ باسْتِطاعَتِكَ جَعْلُ البُصَيْلَةِ تُضيءُ مُسْتَخْدِمًا مِقَصًّا فقطْ وإحْدى البطّاريّتَيْنِ؟

يُمْكِنُكَ فَتْحُ الدّارةِ وإغْلاقُها بمِفْتاحٍ كَهْرَبائيٍّ تَشْتَريهِ مِنْ حانوتِ الكَهْرَبائيِّ، لكِنِ المُتْعَةُ أكْثَرُ حينَ تَصْنَعُ المِفْتاحَ هٰذا بِنَفْسِكَ.

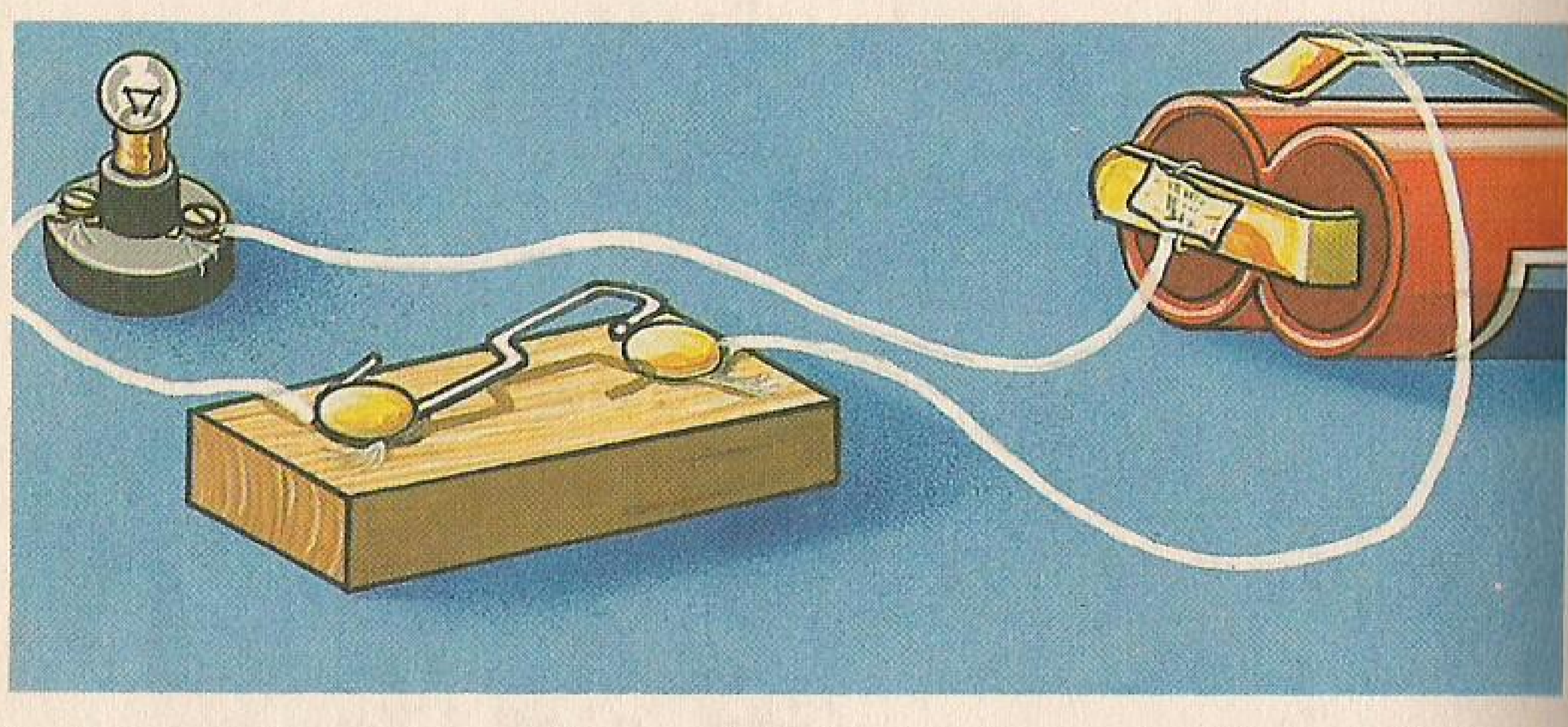
كَيْفَ تَصْنَعُ مِفْتاحًا كَهْرَبائيًّا

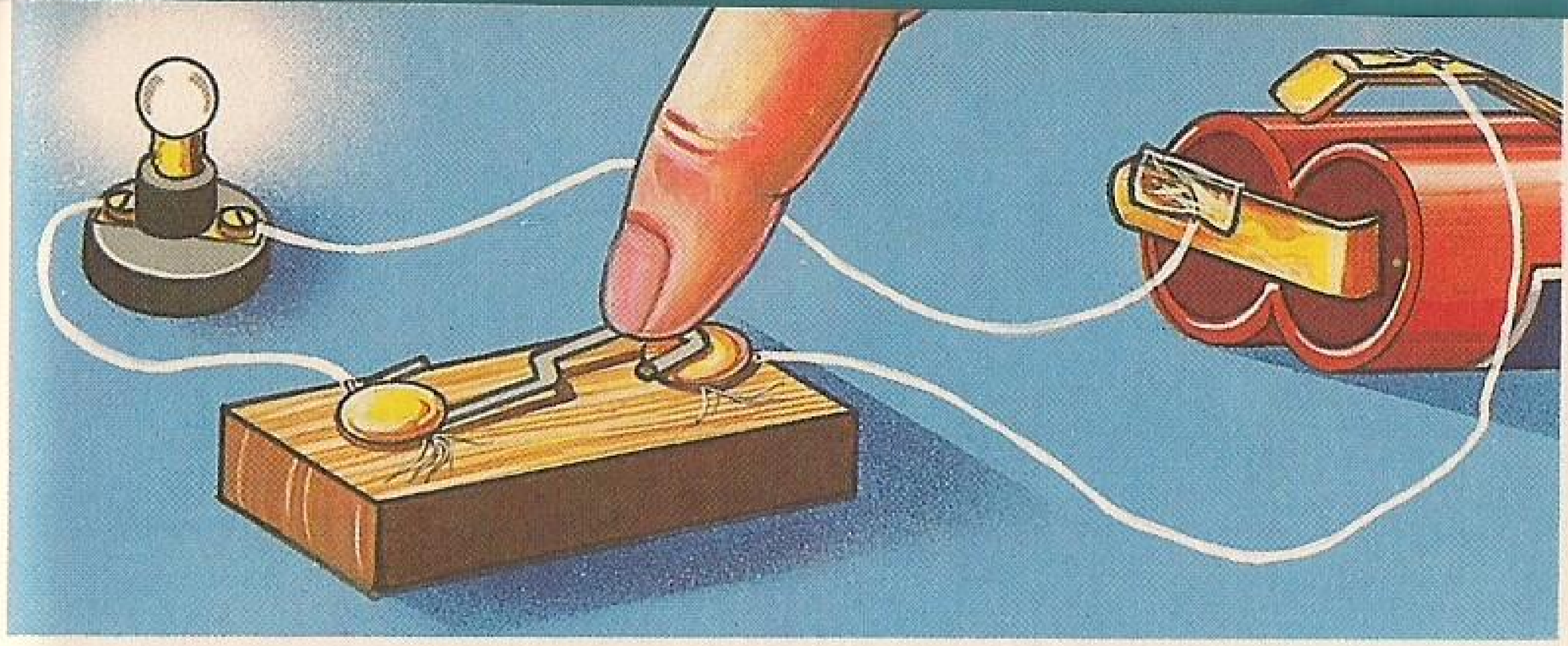
اللّوازِمُ: سِلْكٌ مَعْزولٌ، بُصَيْلَةُ مِصْباحٍ صَغيرةٌ، دَواةُ بُصَيْلَةٍ، مَشابِكُ وَرَقٍ، دَبابيسُ رَسْمٍ، بطّاريّةٌ جُهْدُها ٣ فُلْط، قِطْعَةٌ خَشَبيّةٌ بِحَجْمِ عُلْبَةِ الثِّقابِ.

طَريقَةُ العَمَلِ:

١) وَصِّلْ سِلْكَيْنِ (مُعَرَّيَيِ الطَّرَفَيْنِ) بِعُرْوَتَيْ تَوْصيلِ البطّاريّةِ، ثُمَّ صِلْ أَحَدَهُما بِدَواةِ البُصَيْلَةِ.

٢) أَبْرُمْ طَرَفَ السِّلْكِ الآخَرَ حَوْلَ دَبّوسِ رَسْمٍ واغْرِزْهُ في طَرَفِ قِطْعَةِ الخَشَبِ.





٣) أعقِفْ طرَفَ مِشْبَكٍ ورَقيٍّ مفتوحٍ حوْلَ دبّوسٍ آخرَ ولُفَّ حوْلَ الدبّوسِ نَفْسِهِ طرَفَ سلكٍ ثالثٍ واغرِزِ الدّبّوسَ في طرَفِ قِطْعَةِ الخشَبِ المُقابِلِ على بُعْدٍ مُناسِبٍ. صِلْ طرَفَ السِّلْكِ الثّالثِ الآخرَ بدَواةِ البُصَيْلَةِ كما في الشَّكْلِ.

٤) حرِّكِ المِشْبَكَ حتّى يُلامِسَ الدّبّوسَ الأوّلَ فتكتمِلَ الدّارةُ وتُضيءَ البُصَيْلَةُ.

٥) يُمكِنُكَ وَصْلُ الدّارةِ وقَطْعُها بضَغْطِ المِشْبَكِ على الدّبّوسِ أوْ إبْعادِهِ عَنْهُ (أنْظُرِ الشَّكْلَ).

إذا مَثّلْتَ رُموزَ مورس بالإضاءةِ فَتْرَةً لِلشَّرْطَةِ ولَحْظَةً لِلنُّقْطَةِ فيُمكِنُكَ إرْسالُ رسائلَ بالشّيفْرةِ الضّوْئيّةِ عَبْرَ قاعةٍ مُظْلِمَةٍ.

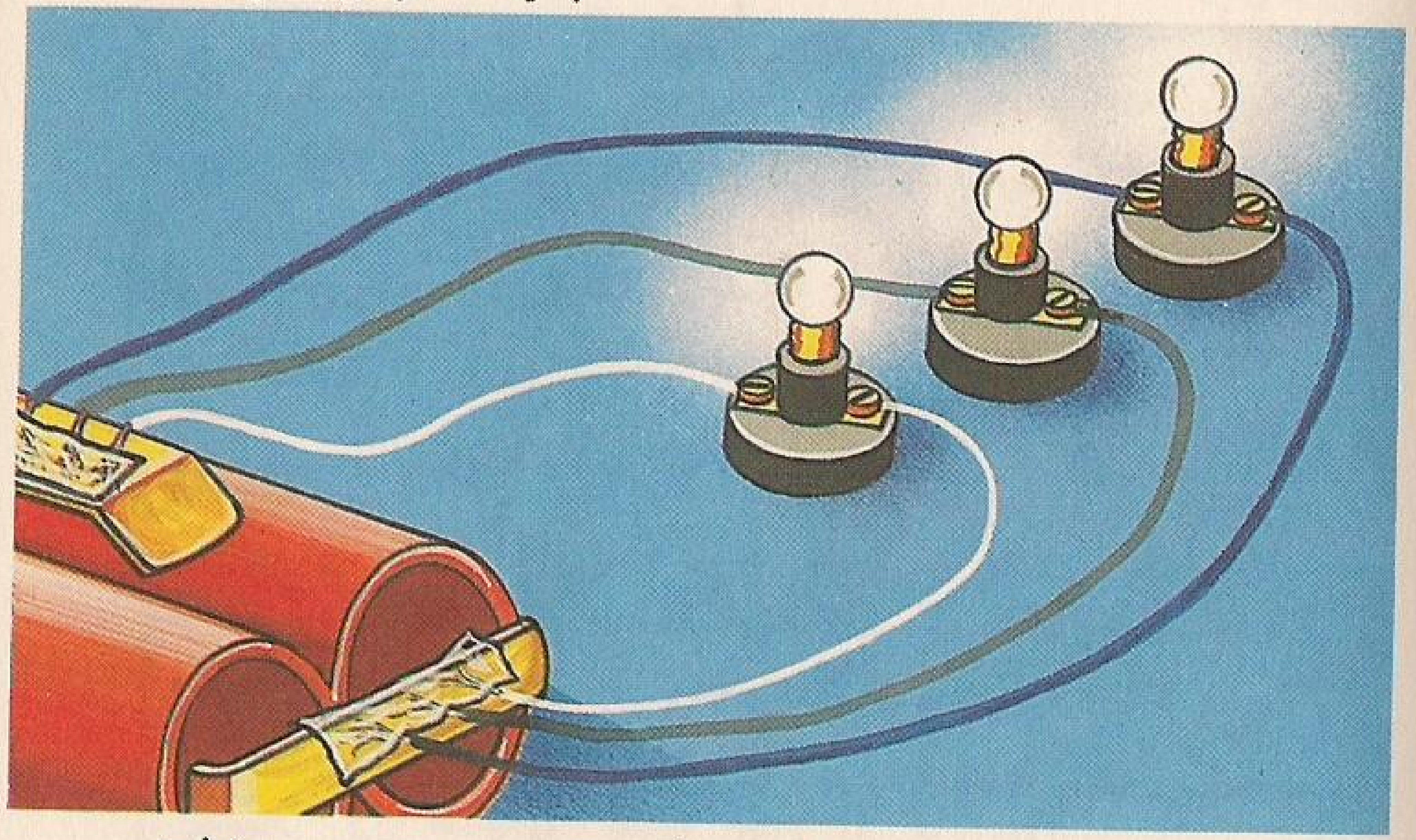
كيفَ تُضيءُ بُصَيْلتَيْنِ أوْ أكْثَرَ في الوقْتِ نفْسِهِ

اللّوازِمُ: بطّاريّةٌ جُهْدُها ١,٥ فُلط، ٣ بُصَيْلاتٍ صغيرةٍ، ٣ دُوِيٍّ لِلبُصَيْلاتِ، مِفَكٌّ رفيعٌ، أسْلاكٌ رفيعةٌ معزولةٌ، ٣ مفاتيحَ كهرَبائيّةٍ (يُمكِنُكَ صُنْعُها).

طبِّقْ ما استعمَلْتَهُ سالِفًا لِصُنْعِ دارةٍ بسيطةٍ ببُصَيْلَةٍ مُفرَدةٍ، فقط أضِفْ إلى الدّارةِ بُصَيْلَتَيْنِ أوْ أكْثَرَ في صفٍّ واحدٍ (لوَصْلِ ٣ بُصَيْلاتٍ في الدّارةِ يلزَمُكَ ٤ قِطَعٍ مِنَ السِّلْكِ).

وصِّلْ طرَفَي السِّلْسِلةِ بعُروَتَي البطّاريّةِ لإكمالِ الدّارةِ. ماذا تُلاحِظُ؟
إنَّ البُصَيْلاتِ الثّلاثَ تُضيءُ بنورٍ خافتٍ لأنّها موصولةٌ بالتّسلْسُلِ واحدةً بعدَ الأُخرى فيقِلُّ جُهْدُ التّيّارِ المارِّ عبْرَ كُلٍّ منْها. هذا النّوْعُ مِنَ التّوْصيلِ يُعرَفُ **بالتّوصيلِ على التّوالي** وهُوَ غيرُ شائعٍ لأنَّ ضوْءَ البُصَيْلاتِ فيهِ كامِدٌ. فلَوْ صمَّمْتَ إنارةَ نموذَجٍ صغيرٍ لِبَيْتٍ مِنْ سبْعِ غُرَفٍ بسَبْعِ بُصَيْلاتٍ موْصولةٍ على التّوالي، فإنَّ الغُرَفَ ستكونُ شِبْهَ مُعتِمَةٍ.

بُصَيْلاتٌ موْصولةٌ على التوازي



ولإنارةِ البُصَيْلاتِ بحيْثُ تُضيءُ كُلُّها بسُطوعٍ، هُناكَ طريقةٌ أُخرى لِوَصْلِها.

طريقةُ العمَلِ:

١) اِصنَعْ دارةً بسيطةً ببُصَيْلَةٍ مُفرَدةٍ مُثبَّتةٍ في دَواتِها.

٢) أضِفْ دارةً أُخرى ذاتَ بُصَيْلَةٍ وسِلْكَيْنِ يَصِلانِ دَواتَها بالبطّاريّةِ. ثُمَّ أضِفْ بُصَيْلَةً ثالثةً في دارةٍ ثالثةٍ. لاحِظْ كيفَ تُضيءُ البُصَيْلاتُ كُلُّها بسُطوعٍ. إنَّ البُصَيْلاتِ في هذهِ الحالِ **موْصولةٌ على التّوازي**.

٣) أمّا وقدْ وَصَّلْتَ البُصَيْلاتِ على التّوازي فبإمْكانِكَ الآنَ إدْراجُ المَفاتيحِ في فُروعِ الدّارةِ بِحَيْثُ يُمكِنُ إضاءةُ كُلِّ بُصَيْلَةٍ على حِدَةٍ أَوْ قَطْعُ التّيّارِ عَنْها دونَ التّأْثيرِ في البُصَيْلَتَيْنِ الأُخْرَيَيْنِ .

إنَّ مُشْكِلَةَ هٰذا التّصميمِ تكْمُنُ في أَنَّ شِحنةَ البَطّاريّةِ تُسْتَهلَكُ ثَلاثَ مَرّاتٍ أَسْرَعَ ، إذْ إنَّكَ في الواقِعِ قَدْ صَنَعْتَ ثَلاثَ داراتٍ مُنْفَصِلَة . هَلْ هُناكَ طَريقةٌ أُخرى لِوَصْلِ الدّارةِ على التّوازي ؟

كَيْفَ تَصْنَعُ آلَةَ اخْتِبارِ دِقَّةِ التَّحكُّمِ العَصَبِيِّ

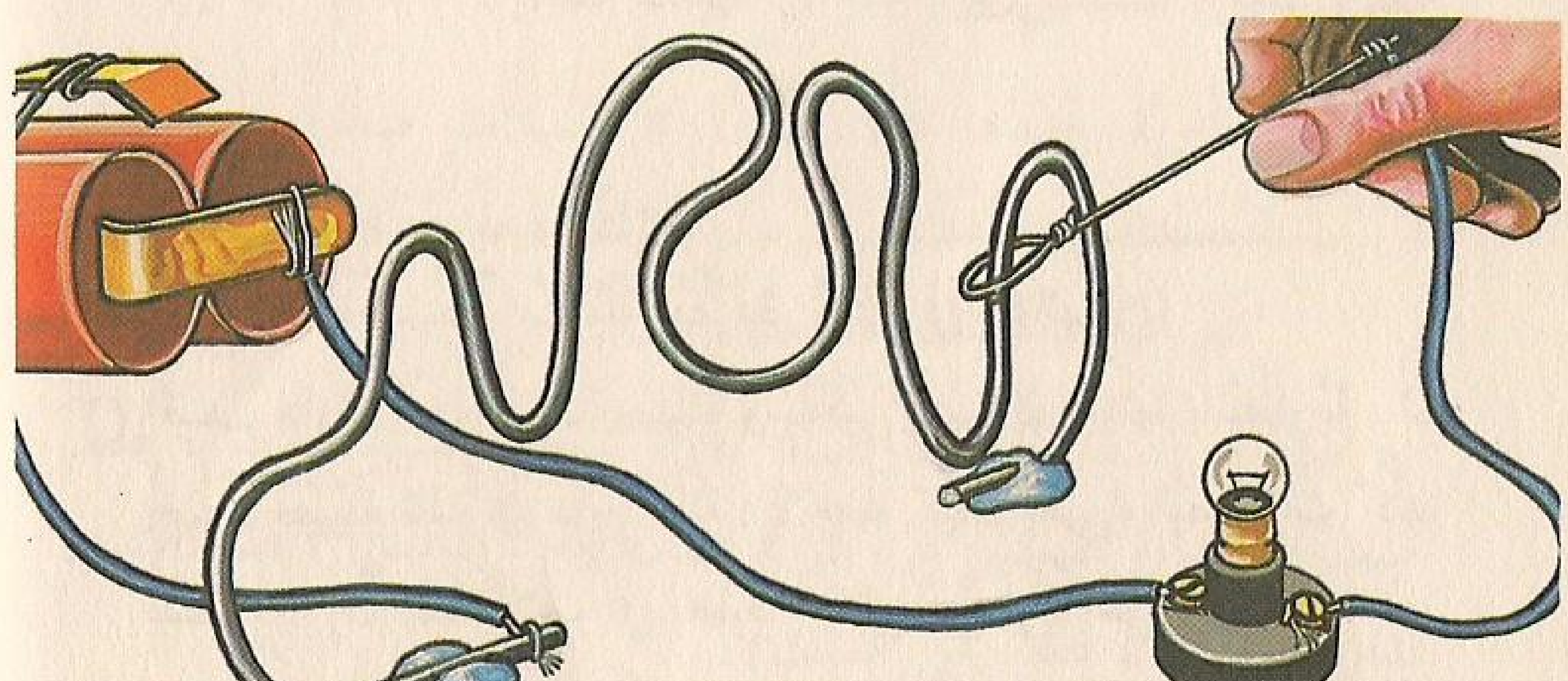
هٰذِهِ الآلَةُ تُضْفي على حَفَلاتِكَ لِلرِّفاقِ مُتْعَةً ومَرَحًا .

اللّوازِمُ : بَطّاريّةٌ جُهْدُها ٣ فُلْط ، بُصَيْلَةٌ ودَواتُها ، أَسْلاكٌ رَفيعةٌ ، عَلاقَةٌ سِلْكِيَّةٌ ، قَطّاعَةُ أَسْلاكٍ ، طينٌ لَدائِنيٌّ (بلاستيسين) .

طَريقَةُ العَمَلِ :

١) اِقْطَعْ مِنْ سِلْكِ العَلاقَةِ ما يَكْفي لِصُنْعِ تيهٍ مُعَوَّجٍ مُتَعَدِّدِ الثَّنياتِ صُعودًا ونُزولًا . (حاذِرْ مِنْ خَدْشِ يَدَيْكَ بِطَرَفَيِ السِّلْكِ) .

٢) وَصِّلْ أَحَدَ طَرَفَيِ التّيهِ بِسِلْكٍ إلى عُرْوَةِ تَوْصيلِ البَطّاريّةِ وَوَصِّلِ البُصَيْلَةَ بالعُرْوَةِ الأُخرى .



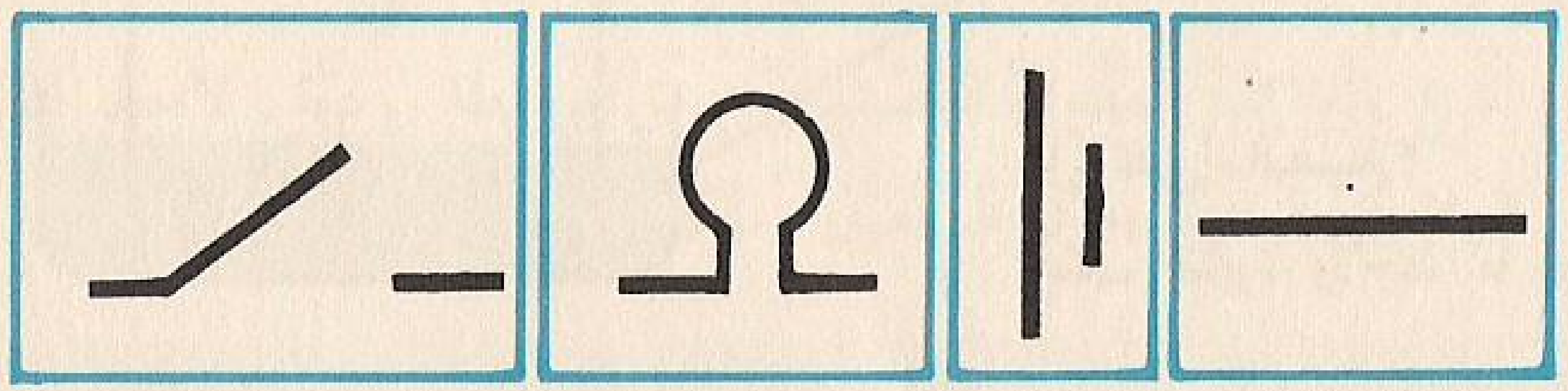
٣) خُذْ سِلْكًا آخَرَ طَويلًا وَوَصِّلْ أَحَدَ طَرَفَيهِ بالبُصَيْلَةِ . عَرِّ الطَّرَفَ الآخَرَ للسِّلْكِ مَسافةً كافِيَةً وَاجْعَلْ في نِهايَتِهِ أُنْشوطَةً تُحيطُ بِسِلْكِ العَلاقَةِ (التّيهِ) . عِنْدَما تَمَسُّ الأُنْشوطَةُ سِلْكَ التّيهِ تَكْتَمِلُ الدّارةُ وتُضيءُ البُصَيْلَةُ (أُنْظُرِ الشَّكْلَ) .

٤) ثَبِّتِ التّيهَ فَوْقَ رَكيزَتَيْنِ مِنَ البْلاسْتيسينِ حَتّى لا يَنْقَلِبَ . اِخْتَبِرْ ثَباتَ أَعْصابِكَ بِإمْرارِ الأُنْشوطَةِ حَوْلَ التّيهِ دونَ مَسِّ السِّلْكِ وَإضاءَةِ البُصَيْلَةِ .

يُمْكِنُكَ اسْتِبْدالُ جَرَسٍ كَهْرَبائيٍّ صَغيرٍ بالبُصَيْلَةِ وَتَوْصيلُهُ مَكانَها فَتُصبِحُ اللُّعبَةُ أَكْثَرَ إثارةً ومُتْعَةً .

رُموزُ الدّاراتِ الكَهْرَبائيَّةِ

يَسْتَخْدِمُ العُلَماءُ والكَهْرَبائيّونَ رُموزًا لِلدّاراتِ الكَهْرَبائيَّةِ وَمُقَوِّماتِها . وسَنَسْتَخْدِمُ نَحْنُ في ما يَلي بَعْضَ هٰذِهِ الرُّموزِ :

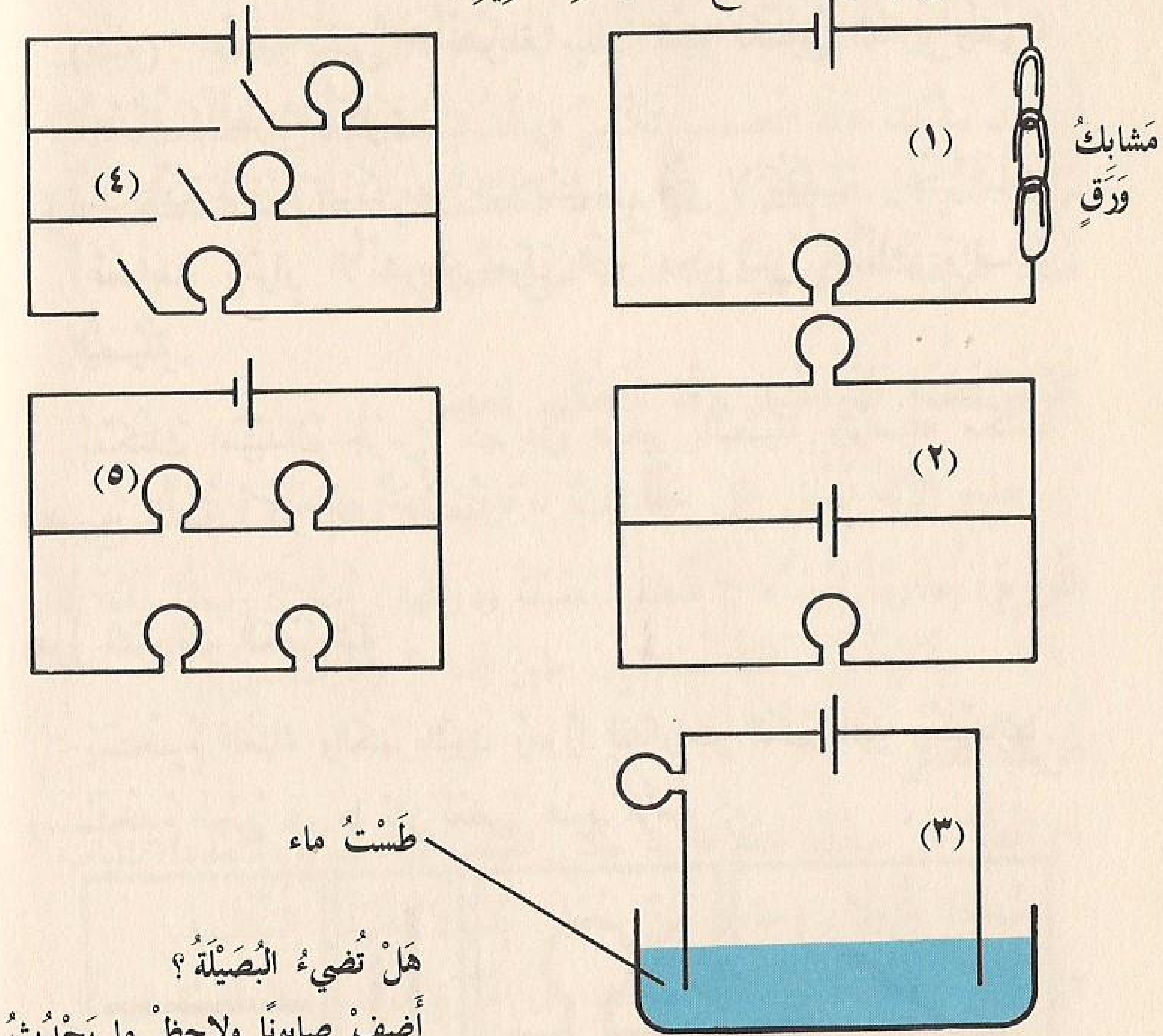


سِلْكٌ   بَطّاريّةٌ   بُصَيْلَةٌ   مِفْتاحٌ كَهْرَبائيٌّ



اِخْتِباراتٌ عَلى الدّاراتِ الكَهْرَبائيّةِ

هَلْ يُمْكِنُكَ صُنْعُ الدّاراتِ التّالِيَةِ ؟



١) هَلْ يُمْكِنُكَ صُنْعُ دارةٍ مِنْ بَطّارِيَّةٍ جُهْدُها ١,٥ ڤُلْط وبُصَيْلَةٍ ومِطْواةٍ (سِكّينِ جَيْبٍ) فَقَط ؟

٢) هَلْ يُمْكِنُ تَوْصيلُ الدّارَةِ بالخُيوطِ بَدَلَ الأَسْلاكِ ؟

٣) هَلْ تُضيءُ البُصَيْلَةُ بِتَوْصيلِ طَرَفِ تَوْصيلٍ واحِدٍ فَقَطْ مِنْ دَواتِها ؟

٤) هَلْ يَعْمَلُ المِفْتاحُ حَيْثُما وُصِلَ في الدّارةِ قَبْلَ البُصَيْلَةِ أَوْ بَعْدَها ؟

٥) هَلْ يُمْكِنُكَ صُنْعُ وَجْهِ ماردٍ مِنْ عُلْبَةِ كَرْتونٍ وتَزْويدُهُ بِنورَيْنِ وَمّاضَيْنِ مَكانَ العَيْنَيْنِ ؟

مِمَّ تَتَأَلَّفُ البَطّارِيَّةُ الجافّةُ ؟

البَطّارِيّاتُ الّتي نَسْتَخْدِمُها في تَجارِبنا هِيَ مِنَ النَّوْعِ الّذي يُسْتَخْدَمُ لِتَشْغيلِ الترانزِسْتورات ومَصابيحِ الجَيْبِ الكَهْرَبائيَّةِ ويُسَمّيها العُلَماءُ البَطّارِيّاتِ أَوِ الخَلايا الجافَّةَ. فالبَطّارِيَّةُ هِيَ مَصْدَرٌ للتَّيّارِ الكَهْرَبائيِّ، وكُلَّما ازْدادَ جُهْدُ البَطّارِيَّةِ في الدّارةِ ازْدادَ التَّيّارُ النّاتِجُ. وتُزَوِّدُنا البَطّارِيَّةُ الجافَّةُ بِقَدْرٍ مُحَدَّدٍ مِنَ الطّاقَةِ الكَهْرَبائيَّةِ المُخْتَزَنَةِ فيها كيمائيًّا. وعِنْدَ اسْتِنْفادِ هٰذا المَخْزونِ لا يُمْكِنُ إعادةُ شَحْنِ البَطّارِيَّةِ.

لاسْتِقْصاءِ مُقَوِّماتِ البَطّارِيَّةِ الجافَّةِ ، خُذْ بَطّارِيَّةً مُسْتَنْفَدةً وفَكِّكْها فَوْقَ جَريدَةٍ لِمَنْعِ تَلْويثِ المَكانِ بِمُحْتَوَياتِها الدّاخِلِيَّةِ. اِحْتَفِظْ بِفوطَةٍ عَلى مَقْرُبَةٍ مِنْكَ لِمَسْحِ يَدَيْكَ ، وإذا تَلَوَّثَتْ يَداكَ أَوْ مَلابِسُكَ بِمُحْتَوَياتِ البَطّارِيَّةِ فاغْسِلْها فَوْرًا بِماءٍ دافِئٍ وَصابونٍ.

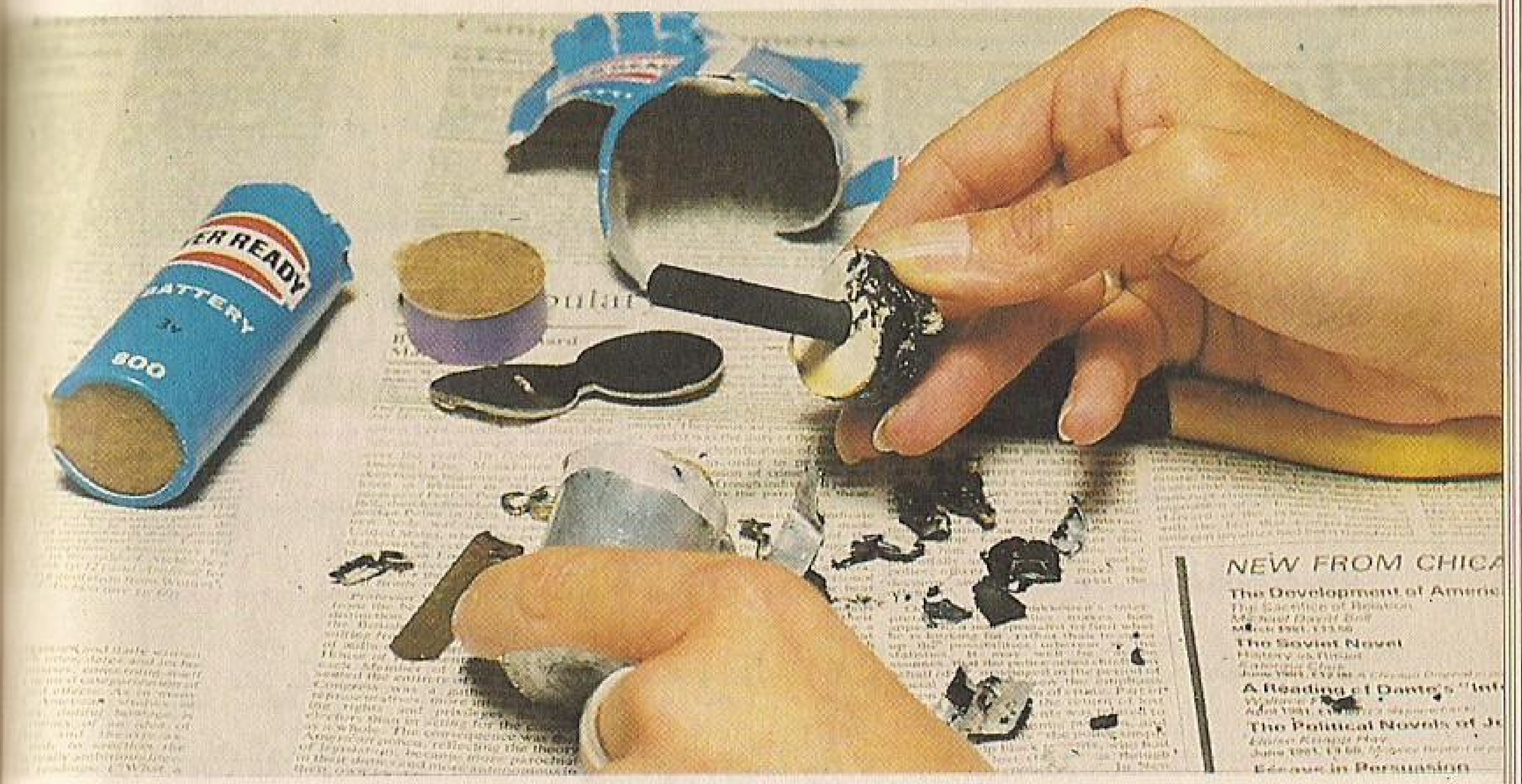
طَريقَةُ العَمَلِ :

١) اِنْزِعِ الغِلافَ الوَرَقِيَّ لِتَصِلَ إلى الغِلافِ المَعْدِنِيِّ.

٢) اِنْزِعِ الغِلافَ المَعْدِنِيَّ القَصْديرِيَّ بِرِفْقٍ بِواسِطَةِ زَرَدِيَّةٍ. لاحِظِ المادَّةَ الهُلامِيَّةَ الرِّخْوَةَ حَوْلَ مَسْحوقٍ أَسْوَدَ لَزِجٍ.



٣) أَمْسِكْ طَرَفَ البَطّارِيَّةِ النُّحاسيَّ الغِطاءِ بِزَرَديَّةٍ ، وَابْرُمْهُ بِشِدَّةٍ وحِرْصٍ ، ثُمَّ اسْحَبِ القَضيبَ الكَرْبونيَّ الرَّفيعَ مِنَ البَطّارِيَّةِ .



إنَّ قَضيبَ الكَرْبونِ ذا الغِطاءِ النُّحاسِيِّ والغِلافَ الخارِصينيَّ هُما قُطبا البَطّارِيَّةِ (الموجِبُ والسّالِبُ على التَّوالي). أَمّا المادَّةُ الهُلامِيَّةُ البَيْضاءُ والمَسْحوقُ الأَسْوَدُ النّاعِمُ فَهُما مادَّتانِ كيماوِيَّتانِ تَعْمَلانِ على سَرَيانِ التَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ واسْتِمْرارِهِ عِنْدَ وَصْلِ القُطْبَيْنِ إلى دارةٍ كَهْرَبائيَّةٍ .





كَيْفَ تَصْنَعُ بَطّارِيَّةً

اللَّوازِمُ : قِطْعَةُ نَقْدٍ ، مَرْطَبانٌ زُجاجِيٌّ ، مِلْءُ فِنجانَيْ خَلٍّ ، بُصَيْلَةٌ صَغيرَةٌ ودَواتُها ، أَسْلاكٌ نُحاسِيَّةٌ (مُتوافِرَة في حانوت الكهربائيّ) ، أَجْزاءُ بَطّارِيَّةٍ جافَّةٍ مُسْتَنْفَدَةٍ .

طَريقَةُ العَمَلِ :

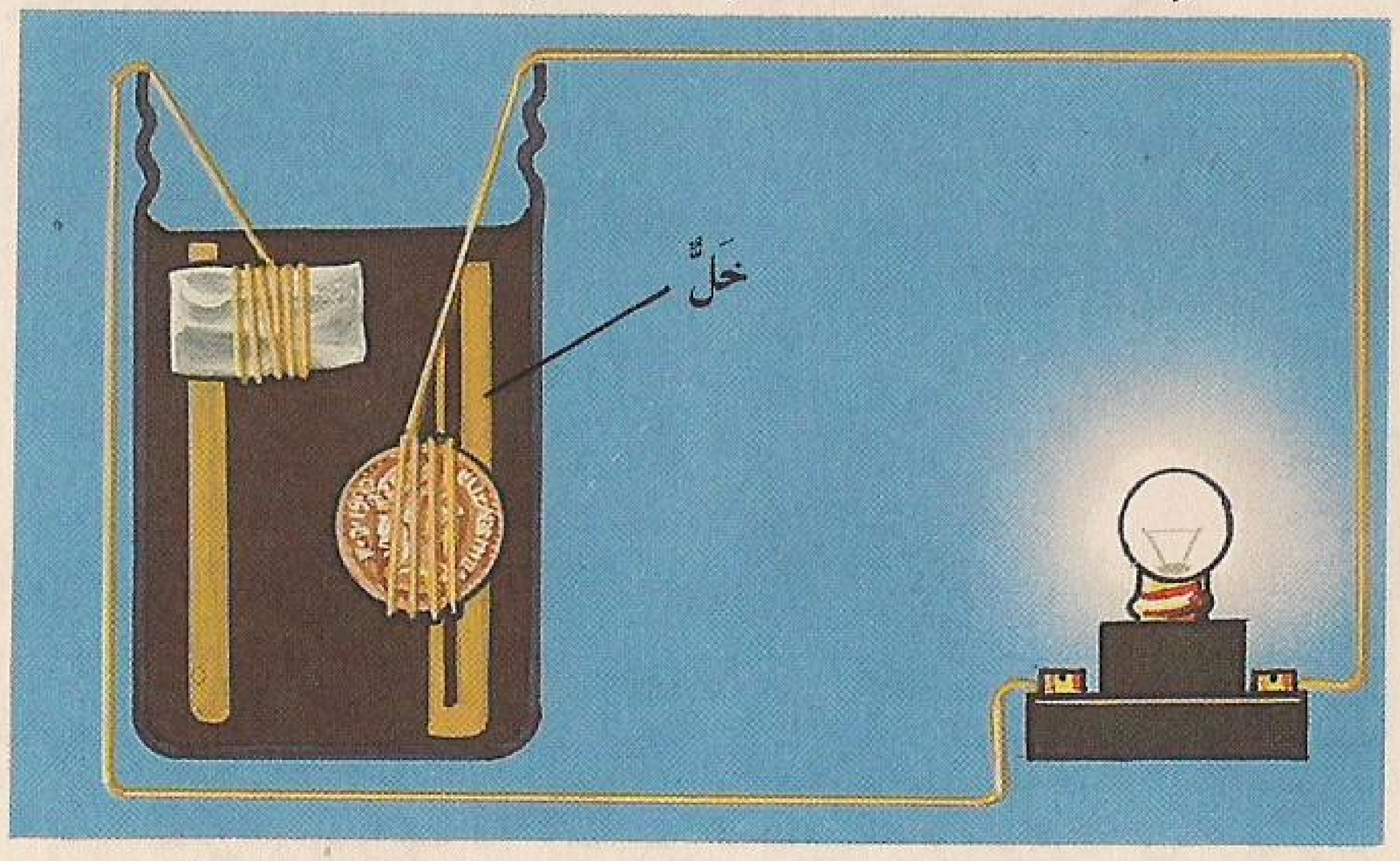
١) خُذِ الغِلافَ الخارِصينيَّ (الزِّنْكي) مِنَ البَطّارِيَّةِ الَّتي فَكَّكْتَها واغْسِلْهُ بالماءِ السّاخِنِ والصّابونِ ثُمَّ جَفِّفْهُ جَيِّدًا وافْرُكْهُ بِوَرَقِ السَّنْفَرَةِ (وَرَقِ الزُّجاجِ) .

٢) اِقْطَعْ مِنْ سِلْكٍ نُحاسِيٍّ قِطْعَتَيْنِ بِطولِ ١٥ سم . لُفَّ القِطْعَةَ الأُولى حَوْلَ الغِلافِ الخارِصينيِّ مَطْوِيًّا والثّانِيَةَ حَوْلَ قِطْعَةِ النُّقودِ (أُنْظُرِ الشَّكْلَ أَعْلاهُ) .

٣) وَصِّلْ طَرَفَي السِّلْكَيْنِ السّائِبَيْنِ بِدَواةِ البُصَيْلَةِ ثُمَّ ضَعِ الغِلافَ الخارِصينيَّ وقِطْعَةَ النَّقْدِ في مَرْطَبانٍ زُجاجِيٍّ دونَ أَنْ يَتَماسّا .

٤) صُبَّ الخَلَّ في المَرْطَبانِ وراقِبِ البُصَيْلَةَ تومِضُ خافِتَةً ثُمَّ تُضيءُ بِسُطوعٍ ظاهِرٍ.

لَقَدْ تَوَلَّدَتِ الكَهْرَباءُ في المَرْطَبان وسَرَتْ في دارةِ البُصَيْلَةِ. وَقِّتْ فَتْرةَ سَرَيانِ التَّيّارِ. هَلْ تَفوقُ قُوَّةُ بَطّارِيَّتِكَ بَطّارِيَّةً جُهْدُها ١,٥ فُلْط؟



تَوْليدُ الكَهْرَباءِ مِنْ لَيمونَةٍ حامِضٍ

أَتَدْري أَنَّ حامِضَ اللَّيْمونِ يُوَلِّدُ كَهْرَباءً؟ لِلْكَشْفِ عَنْ ذٰلِكَ:

١) إِخْتَرْ لَيْمونَةَ حامِضٍ كَبيرةً رَيّا ودَحْرِجْها فَوْقَ سَطْحِ المِنْضَدَةِ عِدَّةَ مَرّاتٍ ضاغِطًا عَلَيْها لِهَصْرِ بَعْضِ نَسيجِها اللُّبِّيِّ داخِلَ القِشْرَةِ.

٢) اِقْطَعْ شَقَّيْنِ في قِشْرَةِ اللَّيْمونَةِ بِسِكّينٍ حادَّةٍ واغْرِزْ في أَحَدِهِما قِطْعَةً مِنَ الغِلافِ الخارِصينيِّ وفي الآخَرِ قَضيبَ الكَرْبونِ مِنْ بَطّارِيَّةٍ قَديمَةٍ دونَ أَنْ يَتَماسّا داخِلَ اللَّيْمونَةِ.

٣) لُفَّ بِضْعَ لَيّاتٍ مِنْ سِلْكٍ نُحاسِيٍّ حَوْلَ قَضيبِ الكَرْبونِ وبِضْعَ لَيّاتٍ مِنْ سِلْكٍ آخَرَ عَلى قِطْعَةِ الخارِصينِ ووَصِّلِ الدّارةَ بِبُصَيْلَةٍ صَغيرةٍ. إِنَّ الكَهْرَباءَ المُتَوَلِّدَةَ قَدْ تَكْفي لِإِنارةِ البُصَيْلَةِ.



تَأَكَّدْ أَنَّ قَضيبَ الكَرْبونِ وقِطْعَةَ الخارِصينِ لا يَتَماسّانِ داخِلَ اللَّيْمونَةِ

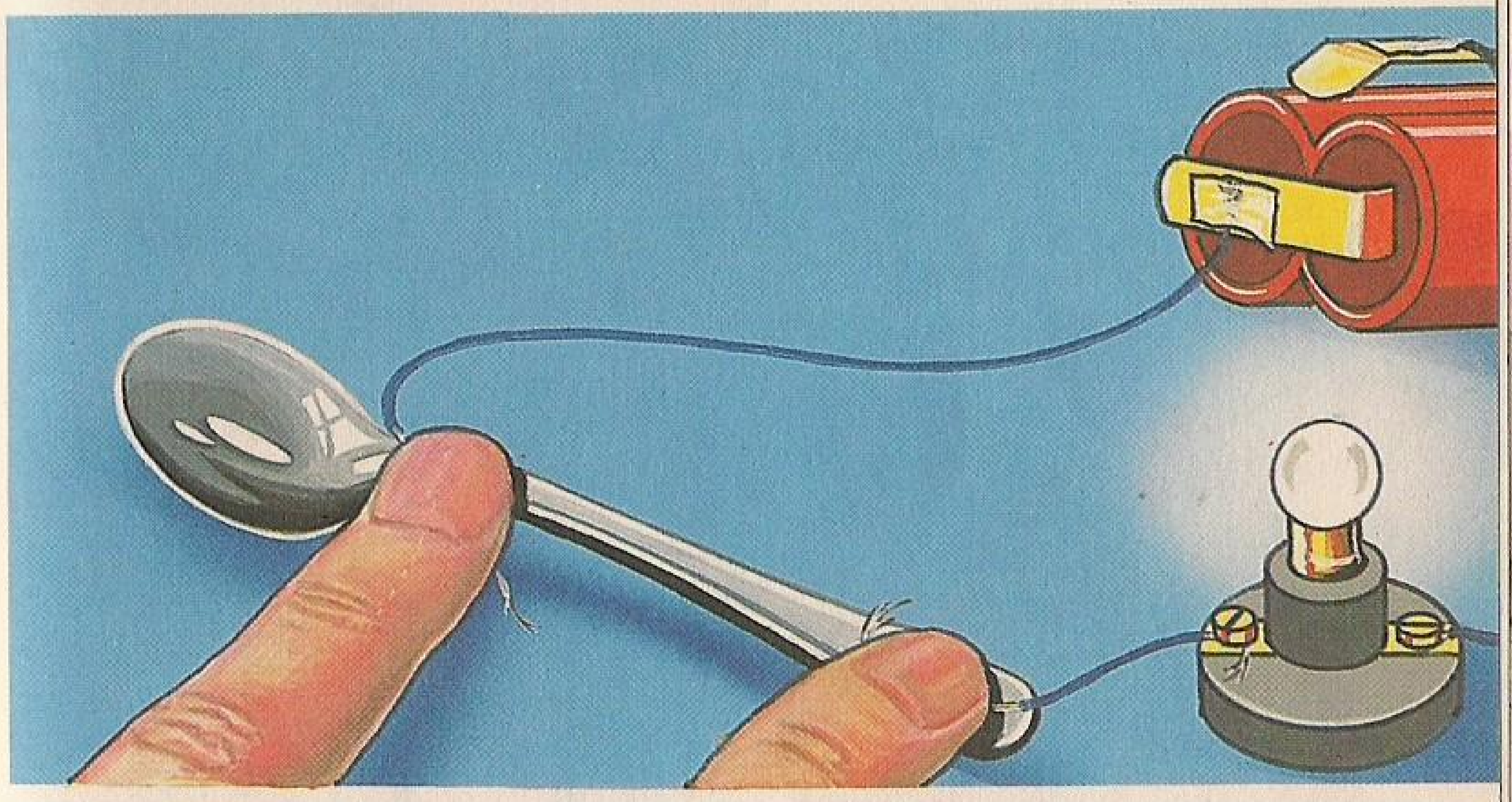
ولا بَأْسَ إِذا لَمْ تُضِيءِ البُصَيْلَةُ، فَهُنالِكَ طَريقَةٌ أُخْرى لِلْكَشْفِ عَنْ تَوَلُّدِ التَّيّارِ في اللَّيْمونَةِ. أَمْسِكْ طَرَفَي السِّلْكَيْنِ اللَّذَيْنِ كانا يَصِلانِ البُصَيْلَةَ وقَرِّبْهُما مِنْ طَرَفِ لِسانِكَ فَتَشْعُرُ بِدَغْدَغَةٍ خَفيفةٍ لِأَنَّ لِسانَكَ يُوَصِّلُ التَّيّارَ الخَفيفَ المُتَوَلِّدَ بِفِعْلِ الحامِضِ اللَّيْمونيِّ.

إِذا لَمْ تُضيءْ بُصَيْلَتُكَ مِنْ بَطّارِيَّةٍ لَيْمونِيَّةٍ واحِدَةٍ فَلَعَلَّها سَتُضيءُ إِنْ وَصَّلْتَ اثْنَتَيْنِ مِنْها عَلى التَّوالي.

المَوادُّ المُوَصِّلَةُ والعازِلَةُ

عِنْدَ وَصْلِ البُصَيْلَةِ بالأَسْلاكِ إِلى قُطْبَيِ البَطّارِيَّةِ تَكْتَمِلُ الدّارَةُ فَتُضيءُ البُصَيْلَةُ. وهٰذا يَعْني أَنَّ الأَسْلاكَ مُوَصِّلَةٌ لِلتَّيّارِ الكَهْرَبائيِّ ونَدْعوها **مُوَصِّلَة**. أَمّا الأَجْسامُ الَّتي لا تُوَصِّلُ التَّيّارَ فَنُسَمّيها **عازِلَة**.

اِخْتِبارُ المَوادِّ المُوَصِّلةِ والعازِلَةِ (غَيْرِ المُوَصِّلةِ) لِلكَهْرباءِ



اللَّوازِمُ: مَجْموعَةٌ مِنْ مَوادَّ مُخْتَلِفَةٍ شَبيهةٍ بِمَوادِّ اخْتِبارِ الإنْجِذابِ لِلمغْنَطيس (صَفحة ٦)، أَسلاكٌ، بُصَيْلَةٌ ودَواتُها، بَطّارِيَّةٌ جُهْدُها ٣ ڤُلْط.

طَريقَةُ العَمَلِ:

١) وَصِّلْ دارةً بَسيطَةً مِنَ البَطّارِيَّةِ وسِلْكَيْنِ والبُصَيْلَةِ في دَواتِها فَتُضيءُ البُصَيْلَةُ. اِقْطَعْ أَحَدَ السِّلْكَيْنِ في مُنْتَصَفِهِ بِقَطّاعةِ الأَسْلاكِ وَعَرِّ طَرَفَيْهِ.

٢) اِبْدَأْ بِاخْتِبارِ المَوادِّ واحِدةً بَعْدَ الأُخرى. مُسَّ طَرَفَي الجِسْمِ بِطَرَفَي السِّلْكَيْنِ، فإنْ أَضاءَتِ البُصَيْلَةُ كانَ الجِسْمُ مُوَصِّلًا للكَهْرَباءِ.

٣) رَتِّبْ جَدْوَلًا بالمَوادِّ المُوَصِّلةِ والعازِلَةِ.

المَوادُّ الجَيِّدَةُ التَّوْصيلِ للكَهْرَباءِ هِيَ المَعادِنُ الفِلِزِّيَّةُ كالحَديدِ والنُّحاسِ والأَلومِنْيوم. أَمّا الجَيِّدَةُ العَزْلِ فَهِيَ اللّافِلِزّاتُ كالخَشَبِ والمَطّاطِ.

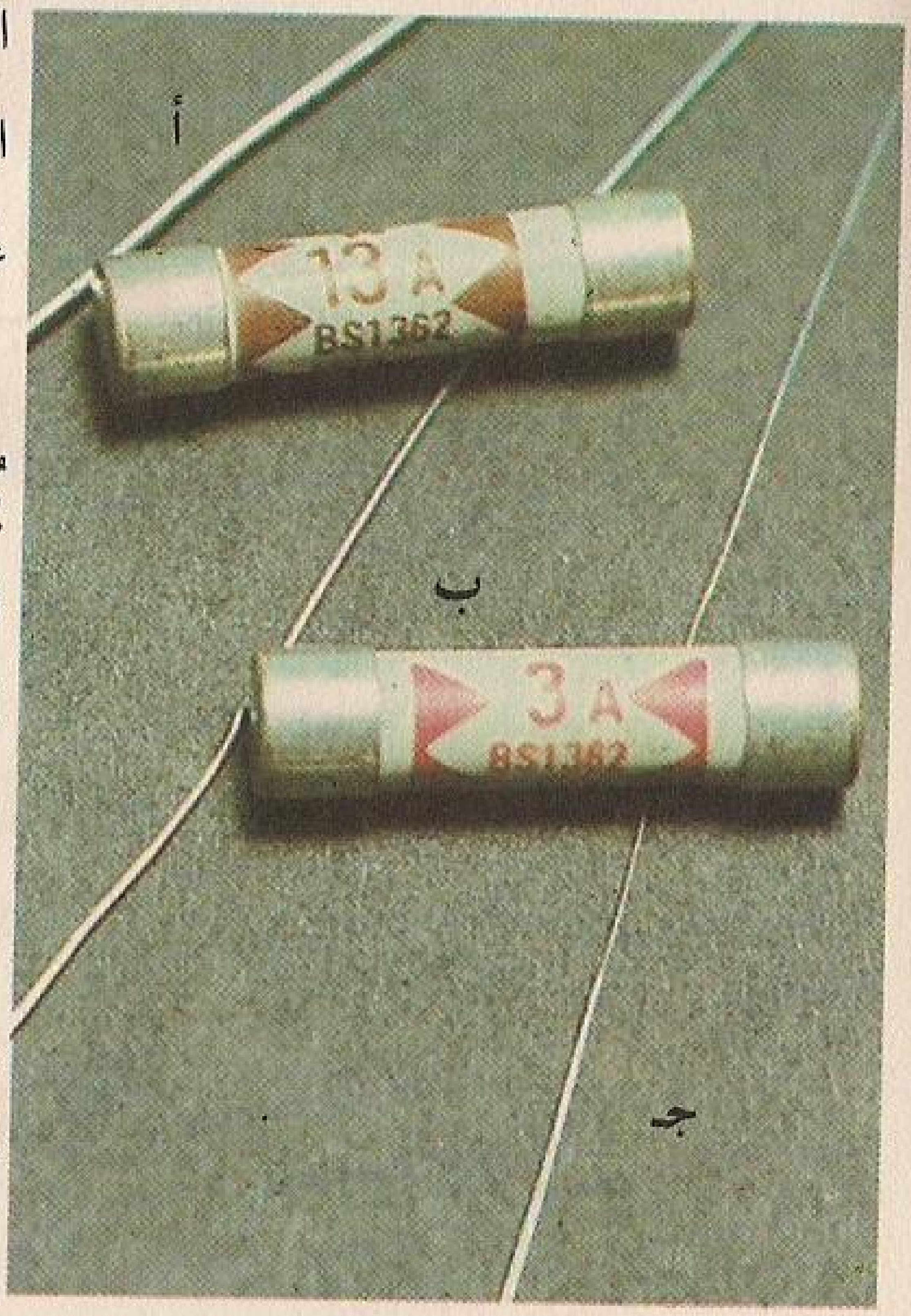
وهُناكَ بَعْضُ الاسْتِثْناءاتِ — فالغرافيتُ (وَهُوَ نَوْعٌ مِنَ الكَرْبونِ تُصْنَعُ مِنْهُ أَقْلامُ الرَّصاصِ) مُوَصِّلٌ جَيِّدٌ لِلكَهْرَباءِ. هَلِ اخْتَبَرتَهُ؟

والمَوادُّ العازِلَةُ مُهِمَّةٌ لأَنَّها تَقينا مِنَ الصَّدَماتِ الكَهْرَبائيَّةِ عِنْدَ وَصْلِ التَّيّارِ بِجِهازٍ كَهْرَبائِيٍّ كالتِّلِفِزْيونِ أَوِ الغَسّالَةِ مَثَلًا. فَكُلُّ الأَسْلاكِ والمَفاتيحِ الكَهْرَبائيَّةِ في المَنْزِلِ مَعْزولَةٌ بالمَطّاطِ أَوْ بالپْلاسْتيك.

المَصاهِرُ (الفَواصِمُ المُنْصَهِرَةُ)

المِصْهَرُ وَسيلَةُ أَمانٍ في الدّارةِ الكَهْرَبائيَّةِ. فالمَعْروفُ أَنَّ زِيادَةَ التَّيّارِ عَنْ حَدٍّ مُعَيَّنٍ في الدّارةِ الكَهْرَبائيَّةِ قَدْ يَصْهَرُ أَسْلاكَها ويُسَبِّبُ حَريقًا. وهُنالِكَ عِدَّةُ أَسْبابٍ لِحُدوثِ خَطإٍ في الدّارةِ الكَهْرَبائيَّةِ أَهَمُّها **دارةُ القِصَرِ**. وهٰذِهِ تَحْدُثُ عِنْدَما يَمُرُّ التَّيّارُ في دارةٍ قَصيرةٍ مُتَجاوِزًا البُصَيْلَةَ أَوِ الجِهازَ الكَهْرَبائِيَّ، وأَحْيانًا تَقْصُرُ الدّارةُ بِتَماسِّ أَسْلاكٍ انْبَرى العَزْلُ عَنْها فَتَسْخُنُ بِسُرْعَةٍ.

والمِصْهَرُ هُوَ سِلْكٌ دَقيقٌ يُصْنَعُ مِنْ مادَّةٍ خَفيضَةِ دَرَجَةِ الانْصِهارِ. فإذا حَدَثَ خَطأٌ في الدّارةِ كانَ المِصْهَرُ السّابِقَ في الانْصِهارِ فَيَنْقَطِعُ التَّيّارُ ويَتَلاشى خَطَرُ الحَريقِ.



أَسْلاكُ مَصاهِرَ (أ) ٣٠ أَمْپير (ب) ١٣ أَمْپير و (حـ) ٣ أَمْپيرات وخُرْطوشَتا مِصْهَرَيْنِ تُسْتَخْدَمانِ في القابِسِ الكَهْرَبائيِّ.

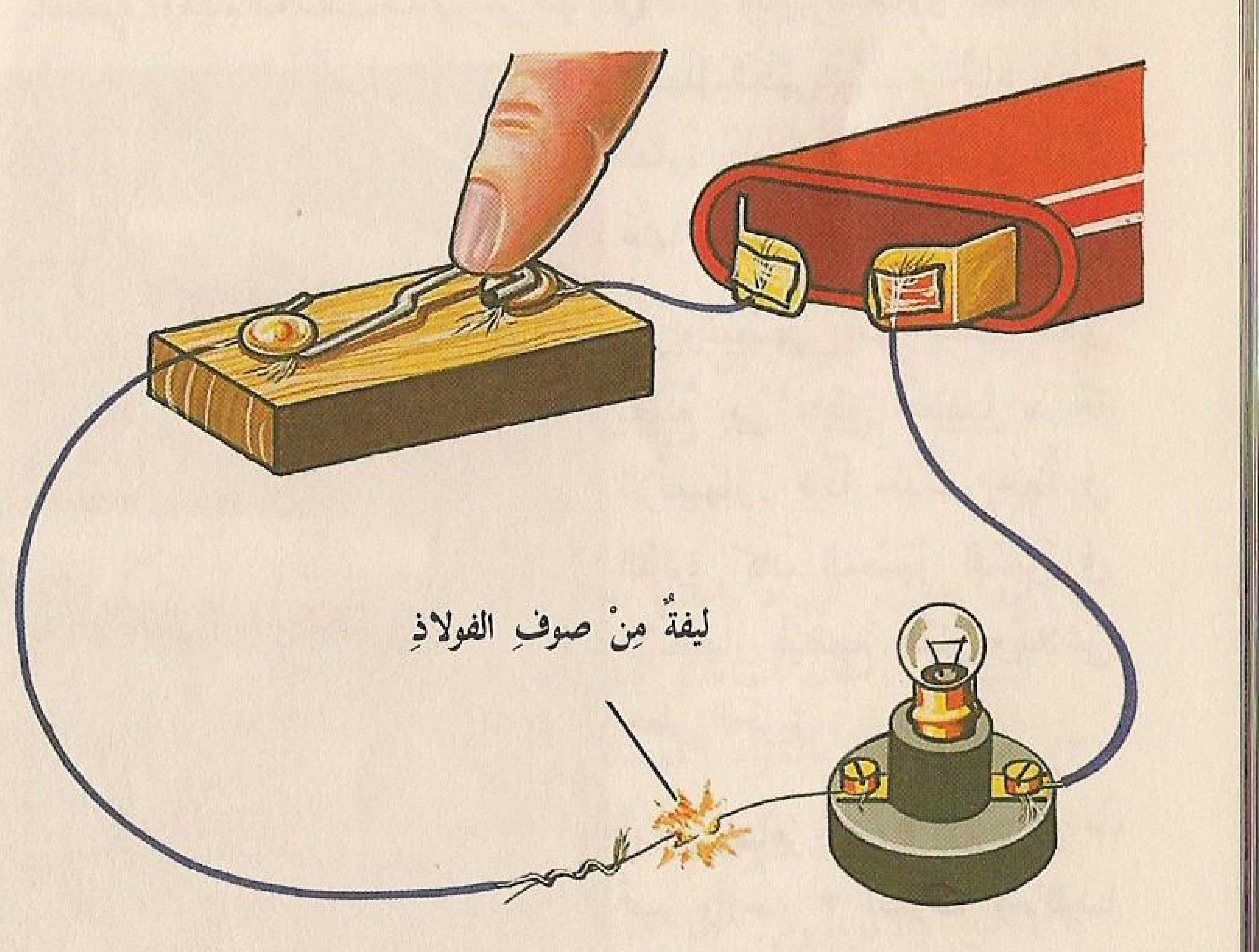
كَيْفَ تَصْنَعُ مِصْهَرًا

اللَّوازِمُ: بَطّارِيَّةٌ جُهْدُها ٤,٥ ڤُلْط ، مِفتاحٌ كَهْرَبائِيٌّ ، بُصَيْلَةٌ صَغيرةٌ ودَواتُها ، سِلْكٌ ، صوفُ الفولاذِ .

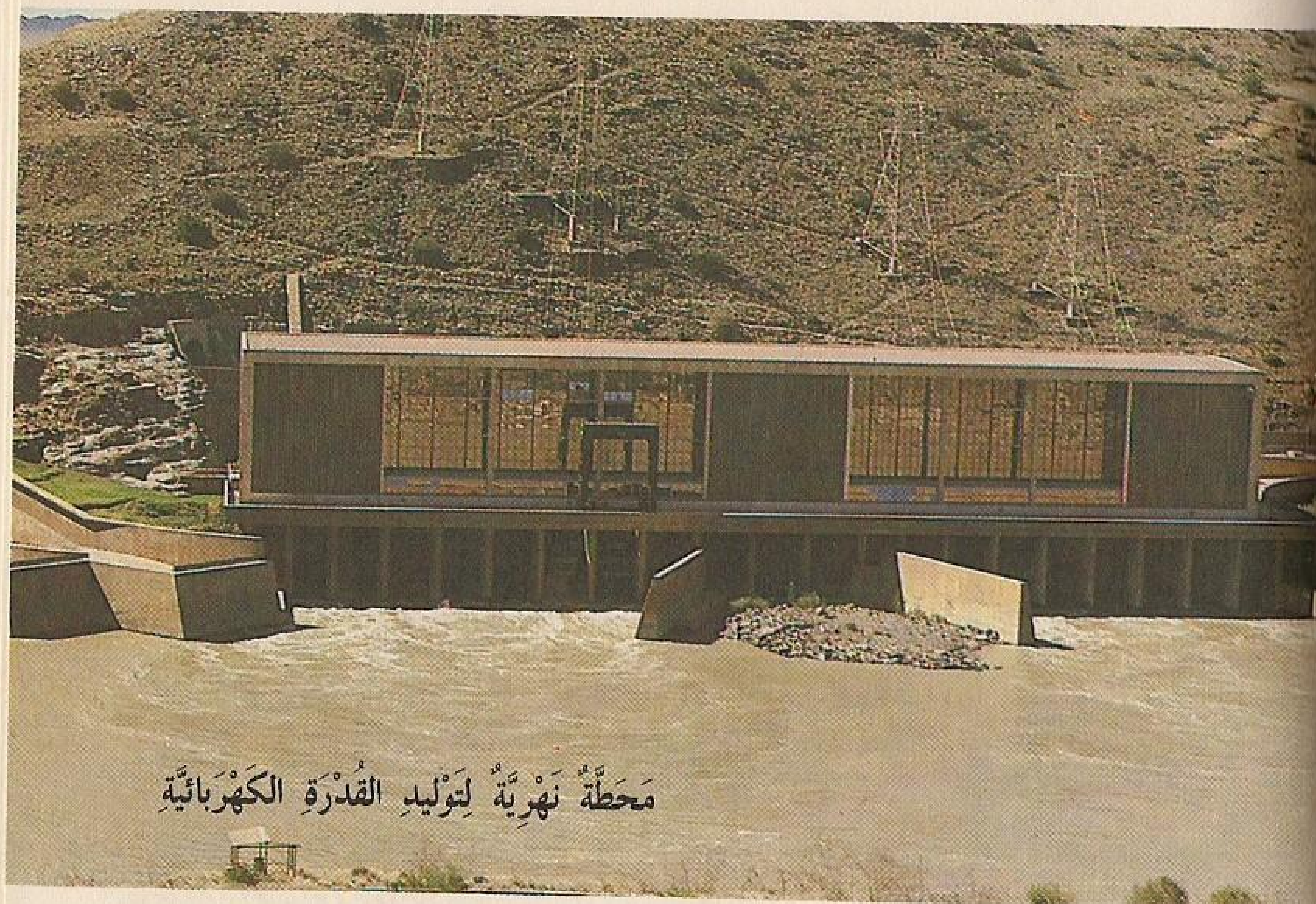
طَريقَةُ العَمَلِ :

١) وَصِّلْ دارَةً بَسيطةً مِنَ البَطّارِيَّةِ والبُصَيْلَةِ وبَعْضِ الأَسْلاكِ .
٢) أَقْحِمْ لِيفَةً مِنْ صوفِ الفولاذِ بَيْنَ البُصَيْلَةِ والمِفْتاحِ (كَما في الشَّكْلِ) .
٣) عِنْدَ وَصْلِ الدّارةِ تَسْخُنُ اللِّيفَةُ الفولاذِيَّةُ بِسُرْعَةٍ وتَنْصَهِرُ فَتَنْقَطِعُ الدّارةُ وتَنْطَفِئُ البُصَيْلَةُ .

ما هِيَ بَعْضُ المَوادِّ الأُخرى الَّتي تَصْلُحُ لِصُنْعِ سِلْكِ المِصْهَرِ ؟



الكَهْرَباءُ لِلْمنازِلِ



مَحَطَّةٌ نَهْرِيَّةٌ لِتَوْليدِ القُدْرَةِ الكَهْرَبائيَّةِ

يَعْتَمِدُ الكَثيرُ مِنَ الأَجْهِزَةِ المَنْزِلِيَّةِ على القُدْرَةِ الكَهْرَبائيَّةِ لِتَشْغيلِه ، فَمِنْ أَيْنَ تأْتي هٰذِهِ القُدْرَةُ ؟

عِنْدَ تَشْغيلِكَ جهازَ التِّلفزيونِ مَثَلًا تَصِلُ قابِسَ شَريطِهِ بمأْخَذِ القُدْرَةِ في الجِدارِ . وهٰذا المأْخَذُ بِدَوْرِهِ مُتَّصِلٌ بِعُلْبَةِ العَدّادِ الكَهْرَبائِيِّ الَّذي تأْتيهِ القُدْرةُ مِنْ **نُقْطَةِ تَوْزيعٍ** على مَقْرُبَةٍ مِنَ المَنْزِلِ . وتَتَّصِلُ نِقاطُ التَّوْزيعِ في الحَيِّ بِمُحَوِّلٍ كَهْرَبائِيٍّ تأْتيهِ القُدْرَةُ عَبْرَ أَبْراجِ أَسْلاكِ القُلْطِيَّةِ العالِيَةِ ، الَّتي نَراها في ضَواحي المَدينةِ ، مِنْ مَحَطَّةِ تَوْليدِ القُدْرةِ الكَهْرَبائِيَّةِ .

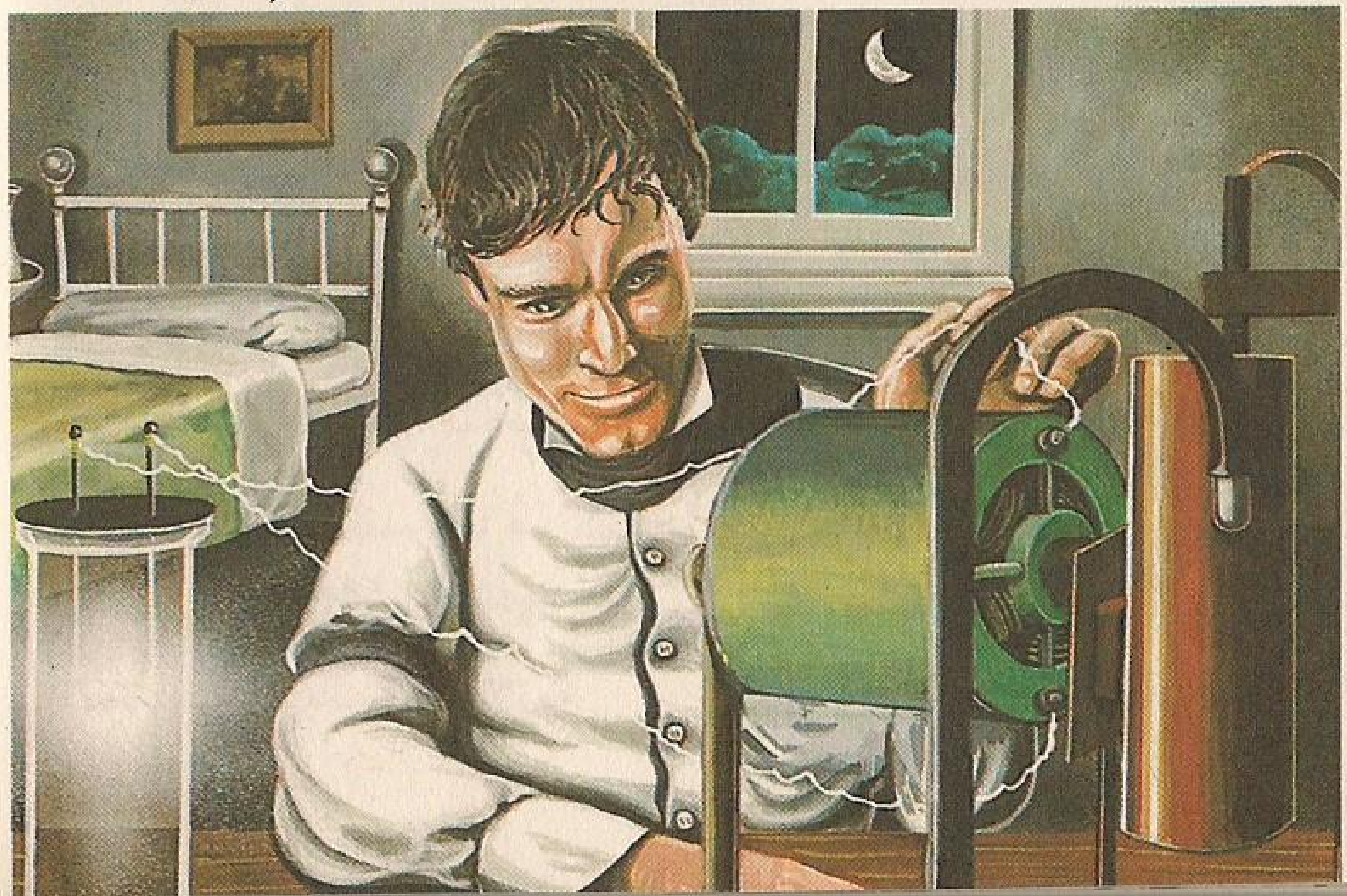
مِنْ مَحَطّاتِ القُدْرَةِ ما هُوَ كَهْرَمائِيٌّ يَعْمَلُ بِقُدْرَةِ الماءِ الجاري ، ومِنْها ما هُوَ حَرارِيٌّ يَعْمَلُ بِمُحَرِّكاتِ الوُقُدِ العادِيَّةِ ، أَوْ حَرارِيٌّ نَوَوِيٌّ تُمِدُّهُ الطّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ بالحَرارةِ اللّازِمَةِ .

بُصَيْلَةُ المِصْباحِ الكَهْرَبائِيِّ

تَفَحَّصْ بُصَيْلَةَ مِصْباحِ الجَيْبِ بِعَدَسَةٍ مُكَبِّرَةٍ وكَذٰلِكَ بَصَلَةَ مِصْباحٍ كَهْرَبائِيٍّ مَنْزِلِيٍّ. هَلْ تَرى فَتيلَةَ السِّلْكِ الرَّفيعِ المَحْمولَةَ على سِلْكَيِ التَّوصيلِ الثَّخينَيْنِ ؟ إنَّ سِلْكَ الفَتيلَةِ مَصنوعٌ مِنَ الوُلْفْرامِ (التَّنْجِسْتِنِ) وهُوَ مِثالِيٌّ لِهٰذا الغَرَضِ لِأَنَّهُ يَسْخُنُ بِسُرْعَةٍ عِنْدَ مُرورِ التَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ ويَتَوَهَّجُ بِنورٍ ساطِعٍ.

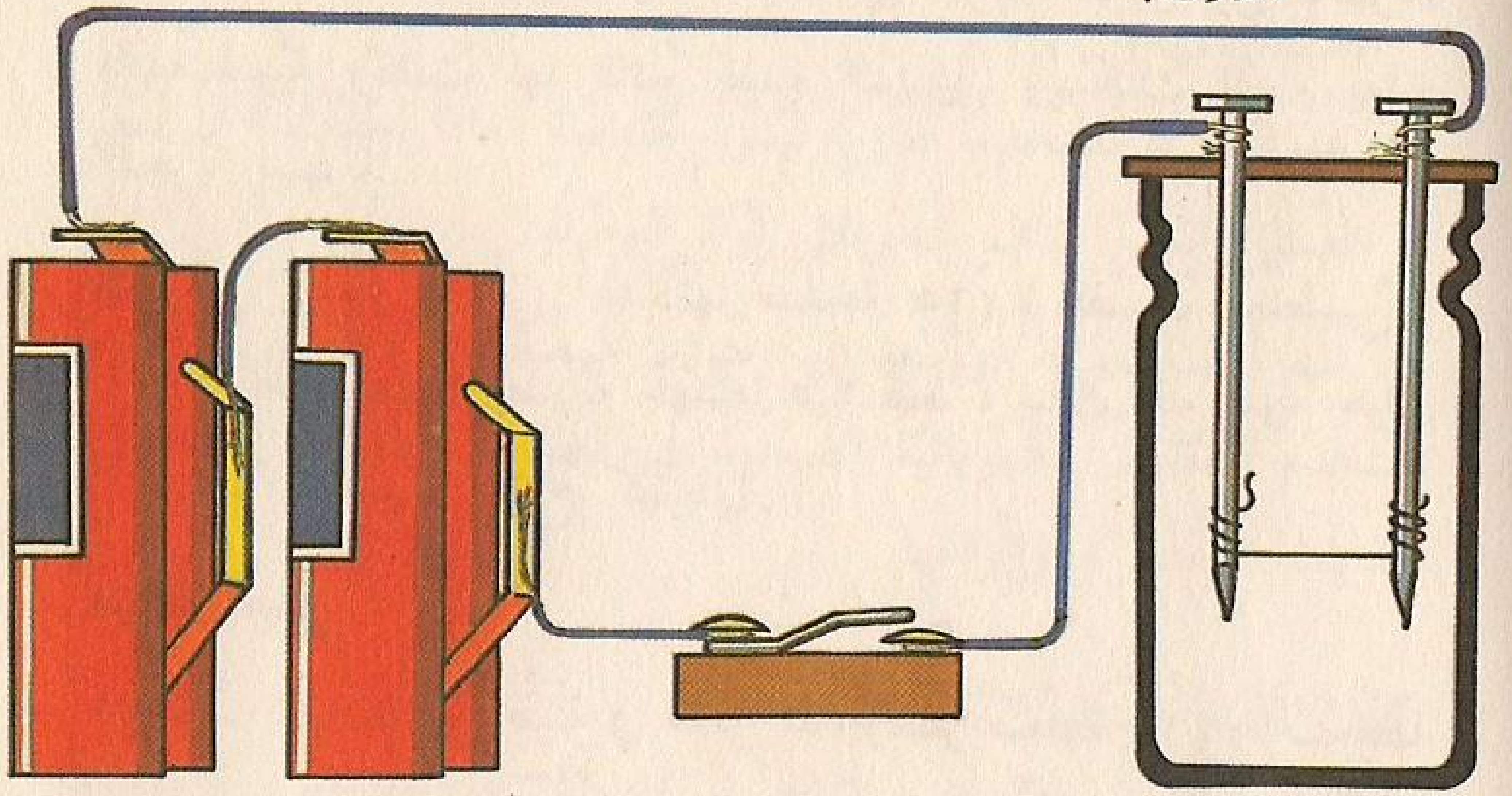
وقَدِ اسْتَغْرَقَ تَطَوُّرُ المِصْباحِ الكَهْرَبائِيِّ الحَديثِ زَمَنًا طَويلًا. ويَرْجِعُ الفَضْلُ في ابْتِكارِهِ لِلعالِمِ الأَمريكِيِّ توماس أَلْفا إديسون (١٨٤٧ – ١٩٣١) الَّذي بَدَأَ حَياتَهُ بائِعَ صُحُفٍ في سِنِّ الثّانِيَةَ عَشْرَةَ. لٰكِنَّ اهْتِمامَهُ بالعِلْمِ وإجْراءِ التَّجارِبِ في أَوْقاتِ فَراغِهِ جَعَلَ مِنْهُ في رَيْعانِ الشَّبابِ مُخْتَرِعًا شَهيرًا. مِنْ مُخْتَرَعاتِ إديسون المَشْهورَةِ الحاكي (الفونوغْرافُ) والسِّينَما النّاطِقَةُ والمِكْروفونُ. كَما صَمَّمَ بَصَلَةَ المِصْباحِ الكَهْرَبائِيِّ الصّامِدَةَ لِلاحْتِراقِ الَّتي لاقَتْ إقْبالًا ورَواجًا شَديدَيْنِ في المَنازِلِ والمَصانِعِ.

توماس إديسون يُجْري التَّجارِبَ في غُرْفَتِهِ



كَيْفَ تَصْنَعُ نَموذَجًا لِمِصْباحٍ كَهْرَبائِيٍّ

اللَّوازِمُ : ٥ سم مِنْ سِلْكٍ حَديدِيٍّ رَفيعٍ جِدًّا ، مَرْطَبانٌ صَغيرٌ ، وَرَقٌ مُقَوّى لِغِطاءِ المَرْطَبانِ ، مِسْمارانِ طَويلانِ ، مِفْتاحٌ كَهْرَبائِيٌّ أَسْلاكٌ.



طَريقَةُ العَمَلِ :

١) اِقْطَعْ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى السَّميكِ غِطاءً لِلمَرْطَبانِ الصَّغيرِ.

٢) أَدْخِلْ في قِطْعَةِ الغِطاءِ مِسْمارَيْنِ وثَبِّتِ الفَتيلَ عَبْرَ طَرَفَيْهِما المُسْتَدِقَّيْنِ ، ثُمَّ ثَبِّتِ الغِطاءَ على فُوهَةِ المَرْطَبانِ.

٣) وَصِّلْ سِلْكَيِ الدّارَةِ بِرَأْسَيِ المِسْمارَيْنِ وبالمِفْتاحِ الكَهْرَبائِيِّ والبَطّارِيَّتَيْنِ مَوصولَتَيْنِ على التَّوالي كَما في الشَّكْلِ.

٤) عِنْدَ إغْلاقِ الدّارَةِ يَسْخُنُ الفَتيلُ إلى دَرَجَةِ الاحْمِرارِ. ويُمْكِنُكَ بالتَّجْرِبَةِ تَحْديدُ طولِ الفَتيلِ لِلتَّوَهُّجِ الأَفْضَلِ – لٰكِنِ اتْرُكْهُ يَبْرُدُ قَبْلَ أَنْ تَلْمَسَهُ. إنَّ الفَتيلَ سَيَحْتَرِقُ بِسُرْعَةٍ ، لٰكِنَّهُ لا يَحْتَرِقُ في بَصَلَةِ المِصْباحِ الحَقيقِيِّ المُعَبَّأَةِ بِغازٍ خامِلٍ لا يُساعِدُ على الاحْتِراقِ.

تجارِبُ أُخرى

العلاقةُ بينَ الكَهْرباءِ والمِغْنطيسيَّةِ

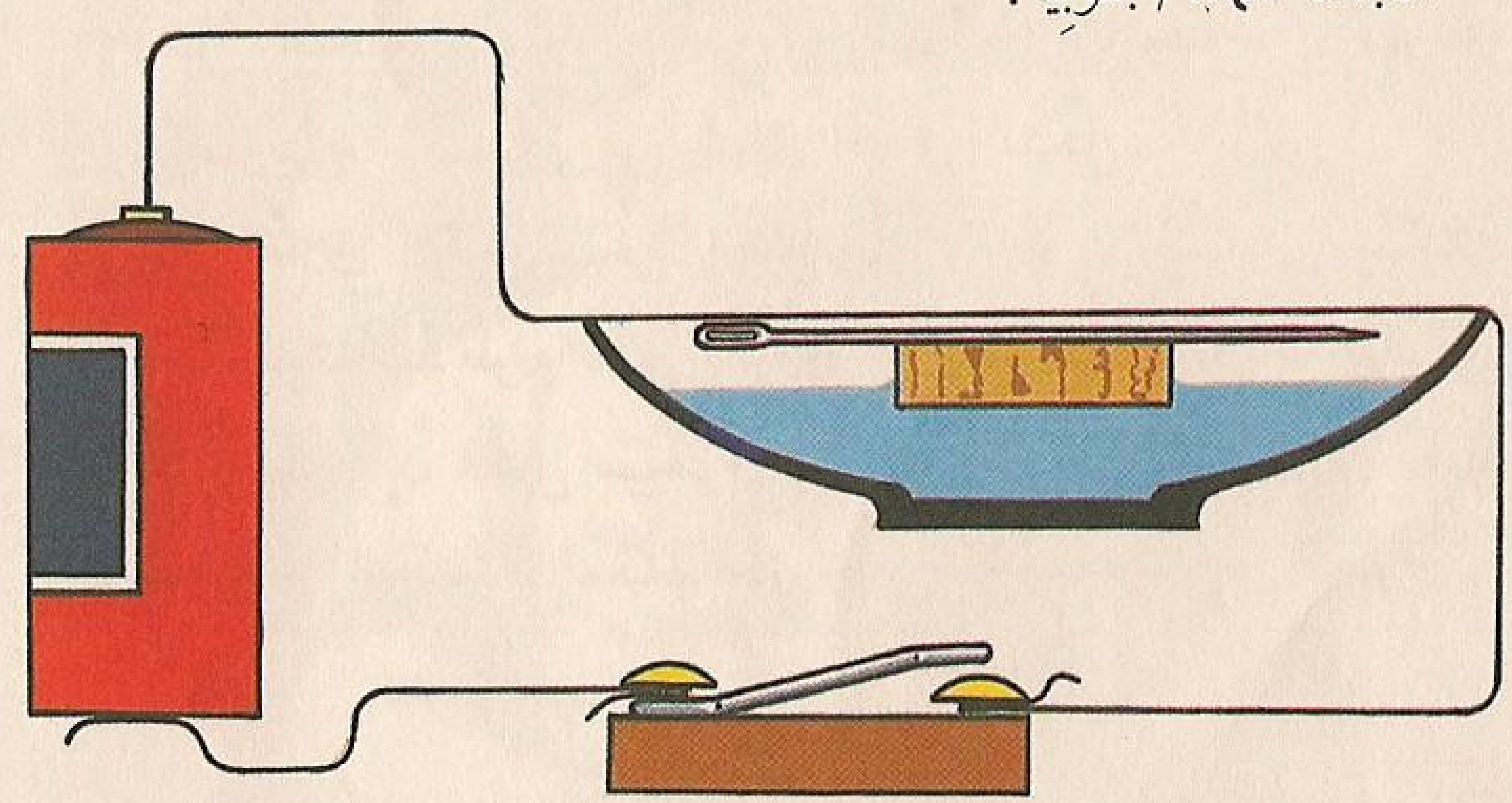
في أوائلِ القرْنِ التّاسعَ عشَرَ أجرى العالِمُ الدّانماركيُّ هانز أورِسْتِد (١٧٧٧ – ١٨٥١) تجرِبةً مُهمَّةً أثبَتَ فيها التّرابُطَ الوثيقَ بينَ الكَهْرباءِ والمِغْنطيسيَّةِ وكانَتْ لَها نَتائجُ بَعيدةُ المَدى. ويُمْكِنُكَ القِيامُ بهٰذهِ التّجْرِبَةِ بِسُهولةٍ.

اللّوازِمُ: بوصَلةٌ (كالّتي أعْدَدْتَها صَفْحة ١٥)، قَضيبٌ مِغْنَطيسيٌّ، طاسُ ماءٍ، بَطّاريّةٌ جُهْدُها ١,٥ فُلْط، سِلْكٌ رفيعٌ طولُهُ حَوالى ٣٠ سم، مِفْتاحٌ كَهْرَبائيٌّ.

طَريقةُ العَمَلِ:

١) طَوِّفِ البوصَلَةَ على فِلّينَةٍ في طاسِ الماءِ (أنْظُرْ صَفْحة ١٥) وقَرِّبْ مِنها قَضيبَ المِغْنَطيسِ فَتَتأثّرُ بِمَجالِهِ المِغْنَطيسيِّ. أَبْعِدِ المِغْنَطيسَ فَتَعودَ الإبْرَةُ إلى وَضْعِها باتّجاهٍ شماليٍّ/جَنوبيٍّ.

٢) وَصِّلْ دارةً بَسيطةً فيها البَطّاريَّةُ والمِفْتاحُ والسِّلْكُ الّذي طولُهُ حَوالى ٣٠ سم. ثَبِّتِ السِّلْكَ بِشَريطٍ لاصِقٍ فَوْقَ طاسِ البوصَلَةِ بِحَيْثُ يَتَّخِذُ اتِّجاهًا شَماليًّا/جَنوبيًّا.



٣) تأكَّدْ أنَّ جَميعَ توصيلاتِكَ سَليمة ثُمَّ صِلِ التَّيّارَ. لاحِظْ كَيْفَ تَنْحَرِفُ الإبْرَةُ كَما حَصَلَ حينَ قَرَّبْتَ مِنْها المِغْنَطيسَ – لَقَدْ أنْتَجَ التَّيّارُ الكَهْرَبائيُّ الأثَرَ نَفْسَهُ الّذي أحْدَثَهُ المِغْنَطيسُ.

لَقَدْ كانَتْ هٰذهِ التَّجْرِبَةُ الفَذَّةُ رائدةً في دِراسَةِ الكَهْرَمِغْنَطيَّةِ واسْتِخْدامِها.

٤) أعِدِ التَّجْرِبَةَ مُسْتَخْدِمًا بَطّارِيّةَ لَيْمونَةٍ حامِضَةٍ. ماذا يَحْدُثُ؟ إنَّ التَّيّارَ الضَّئيلَ النّاتِجَ كافٍ لِتَحْريكِ إبْرَةِ البوصَلَةِ.

لَقَدْ أدَّتْ تَجْرِبَةُ أورِسْتِد إلى اخْتِراعِ المِغْنَطيسِ الكَهْرَبائيِّ. واليَوْمَ تُسْتَخْدَمُ المَغانِطُ الكَهْرَبائيَّةُ الضَّخْمَةُ في الصِّناعَةِ الثَّقيلَةِ وفي تَحْميلِ النُّفاياتِ الحَديديَّةِ وإفْراغِها.

كَيْفَ تَصْنَعُ مِغْنَطيسًا كَهْرَبائيًّا

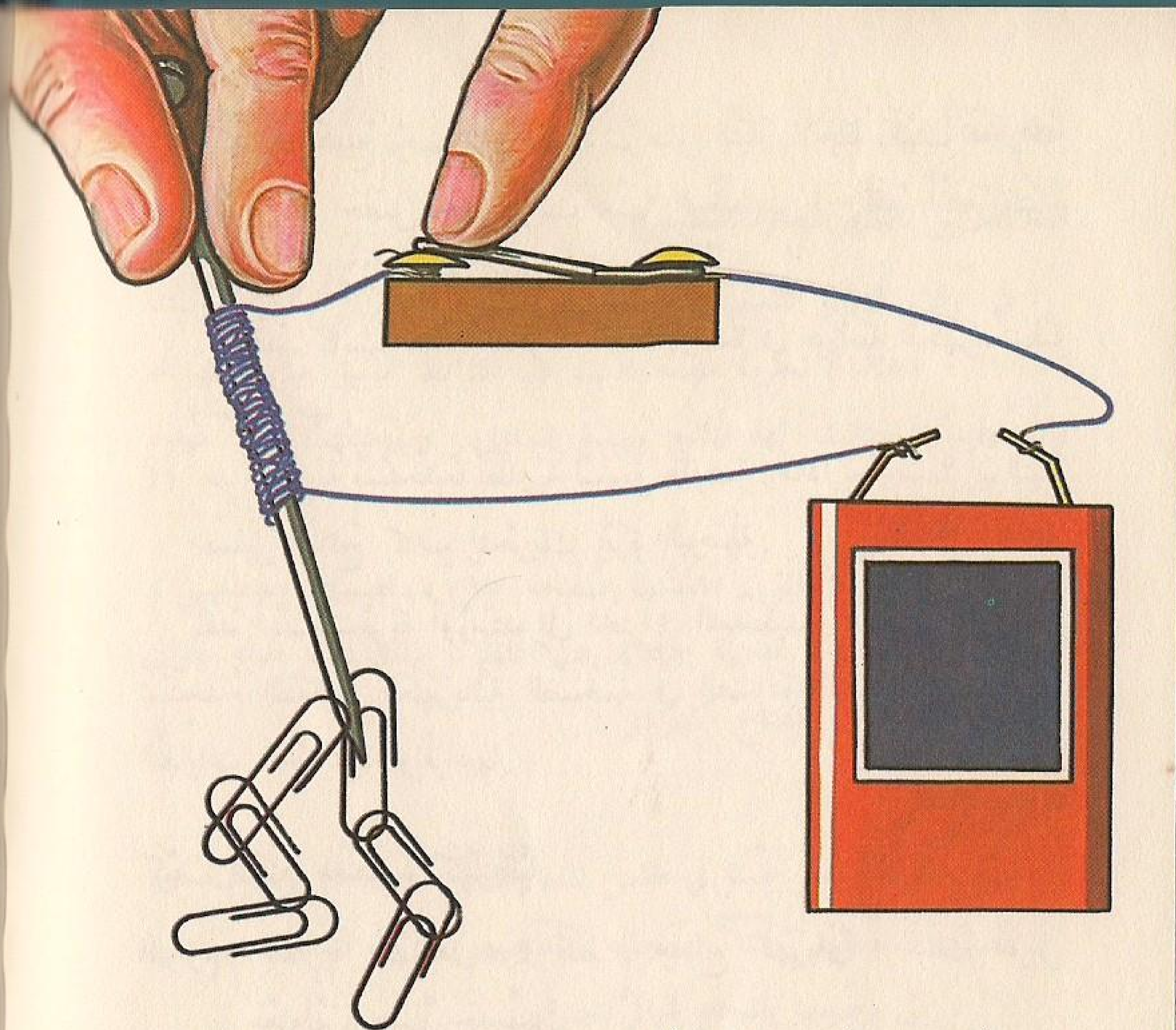
اللّوازِمُ: بَطّارِيّة جُهْدُها ٤,٥ فُلْط، مِفْتاحٌ كَهْرَبائيٌّ، سِلْكٌ طَويلٌ مَعْزولٌ، مِسْمارٌ حَديديٌّ.

طَريقَةُ العَمَلِ:

١) لُفَّ حَوالى ٦٠ لَفَّةً مِنَ السِّلْكِ المَعْزولِ بالبْلاسْتيك حَوْلَ مِسْمارٍ حَديديٍّ، ثُمَّ وَصِّلْ طَرَفَيْهِ المُعَرَّيَيْنِ بِدارَةِ البَطّارِيَّةِ والمِفْتاحِ الكَهْرَبائيِّ.

٢) ضَعِ المِسْمارَ في وَسَطِ كومَةٍ مِنْ مَشابِكِ الوَرَقِ أوِ الدَّبابيسِ ثُمَّ صِلِ التَّيّارَ. إنَّ المِسْمارَ يَجْذِبُ المَشابِكَ كالمِغْنَطيسِ ويُسْقِطُها تَوًّا حينَ تَقْطَعُ الدّارَةَ.

٣) إذا اسْتَخْدَمْتَ مِسْمارًا فولاذيًّا فإنَّ المَشابِكَ لا تَسْقُطُ عِنْدَ قَطْعِ التَّيّارِ لأنَّ المِسْمارَ يَكْتَسِبُ مِغْنَطيسيَّةً دائمةً.



٤) وَصِّلْ على التَّوالي بَطّارِيَّةً أُخرى في الدّارةِ. هَلْ يُصْبِحُ مِغْنَطيسُكَ الكَهْرَبائِيُّ أَقوى؟

إنَّ مِغْنَطيسيَّةَ المِسْمارِ تُصْبِحُ أَقْوى بِزِيادةِ التَّيّارِ وكَذٰلِكَ بِزِيادةِ عَدَدِ لَفّاتِ السِّلْكِ حَوْلَهُ.

المُحَرِّكُ الكَهْرَبائيُّ

صَنَعَ مايْكِل فارادي (١٧٩١ – ١٨٦٧) أَوَّلَ مُحَرِّكٍ كَهْرَبائيٍّ. وكانَ ذٰلِكَ المُحَرِّكُ البَدائيُّ رائِدَ المُحَرِّكاتِ الكَهْرَبائيَّةِ العاليَةِ القُدْرَةِ الَّتي تُسَيِّرُ الحافِلاتِ والقِطاراتِ والمَكَناتِ في مُخْتَلَفِ أَرْجاءِ المَعْمورةِ.

كَيْفَ تَصْنَعُ مُحَرِّكًا كَهْرَبائيًّا بَسيطًا

اللَّوازِمُ: فِلِّينَةٌ أُسْطُوانِيَّةٌ كَبيرةٌ، دَبابيسُ رَسْمٍ، سِلْكٌ رَفيعٌ مَعْزولٌ، بَطّارِيَّةٌ جُهْدُها ٤,٥ فُلْط، قِطْعَةُ خَشَبٍ طَرِيٍّ (١٠ سم × ١٥ سم)، دَبابيسُ، إبْرَةُ رَفْوٍ، مِغْنَطيسٌ نَضْوِيُّ الفُرْجَةِ بَيْنَ قُطْبَيْهِ حوالى ٣,٥ سم (أَوْ ٣ قُضْبانٍ مِغْنَطيسيَّةٍ).

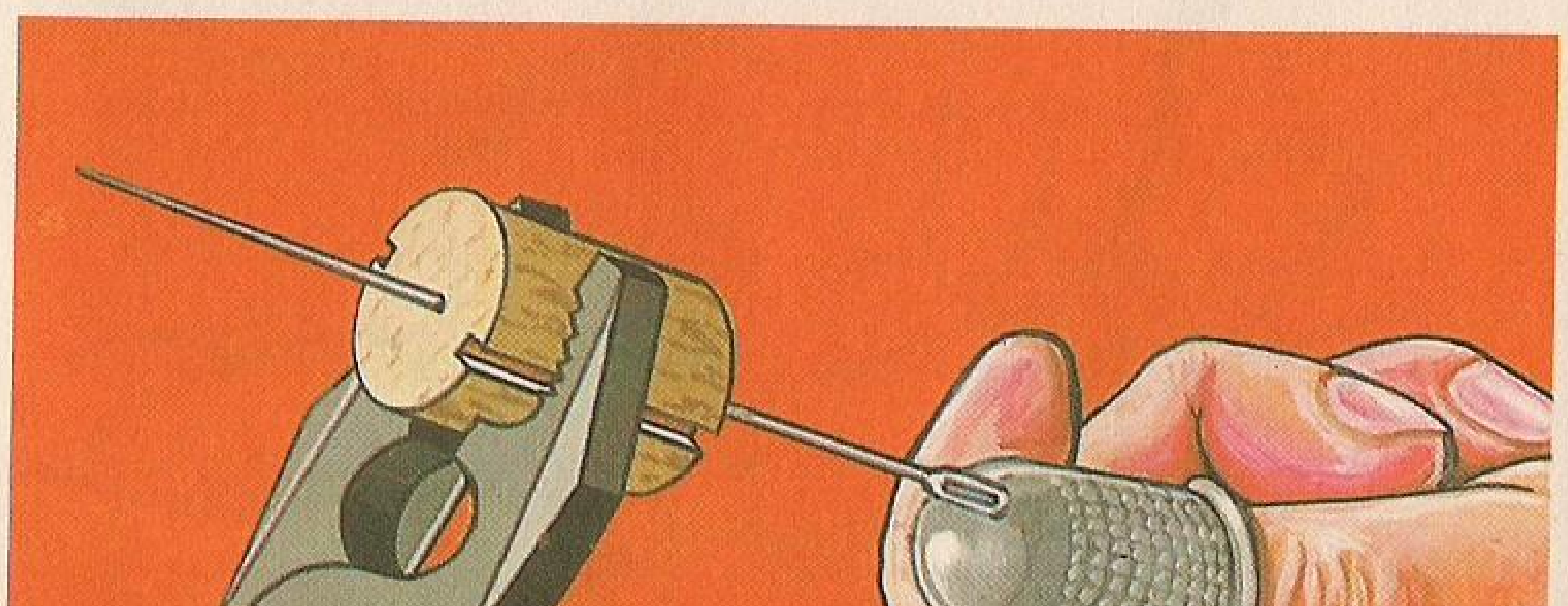
طَريقَةُ العَمَلِ:

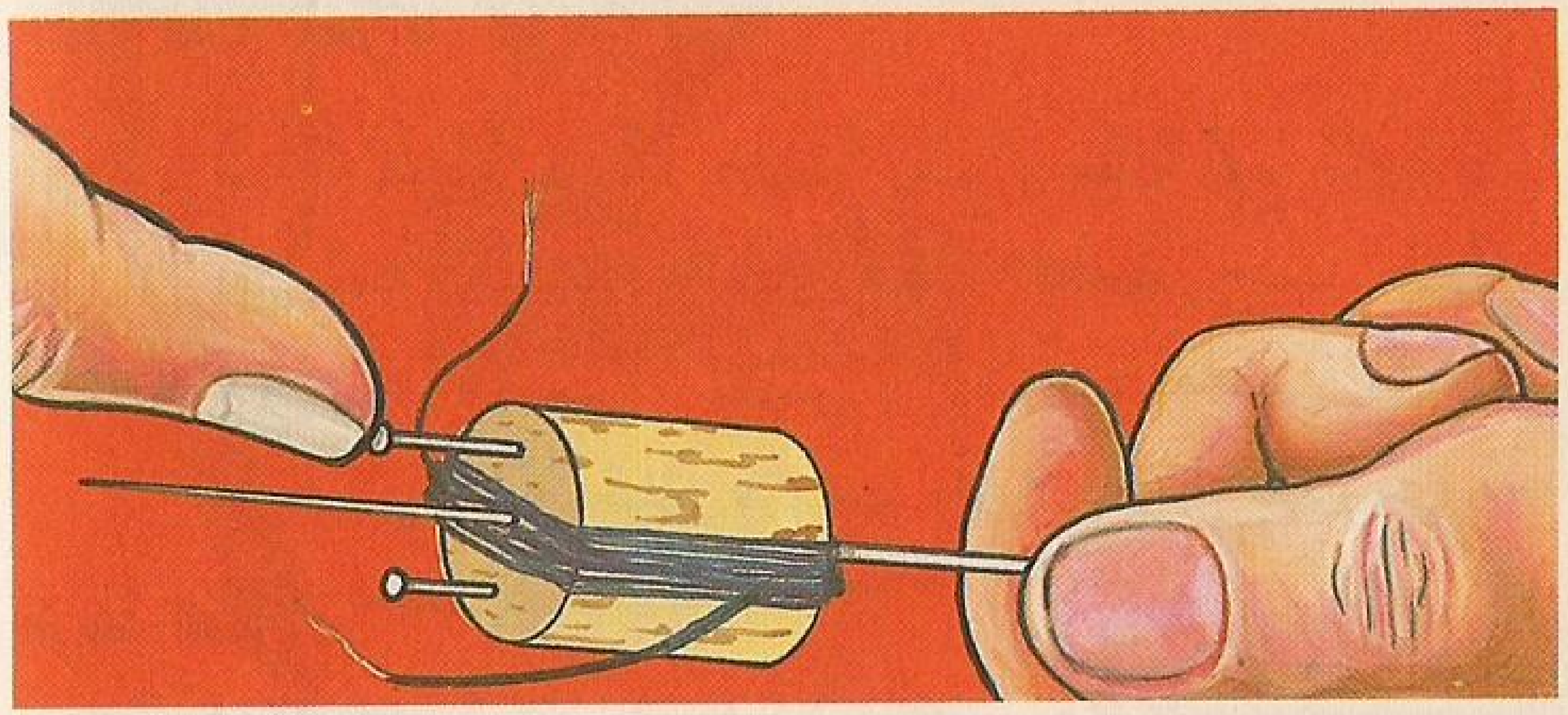
يَتأَلَّفُ المُحَرِّكُ النَّموذَجِيُّ مِنْ عُضْوٍ دَوّارٍ (المُتَحَرِّض) وقاعِدةٍ.

١) لِصُنْعِ العُضْوِ الدَّوّارِ اقْطَعْ حَزَّيْنِ طولِيَّيْنِ مُتَقابِلَيْنِ في الفِلِّينَةِ، ثُمَّ اقْبِضِ الفِلِّينَةَ بِزَرَدِيَّةٍ جَيِّدًا واغْرِزْ إبْرَةَ الرَّفْوِ بِدِقَّةٍ ورِفْقٍ عَبْرَ مِحْوَرِها مِنْ طَرَفٍ إلى الآخَرِ. اسْتَخْدِمْ كِشْتُبانًا كَيْلا تَخِزَ إصْبَعَكَ.

٢) دَوِّرِ الفِلِّينَةَ بَيْنَ إصْبَعَيْكَ لِلتَّأَكُّدِ مِنْ أَنَّ إبْرَةَ الرَّفْوِ اخْتَرَقَتِ الفِلِّينَةَ في مُنْتَصَفِها تَمامًا، فَذٰلِكَ مُهِمٌّ لِسُهولَةِ دَوَرانِها.

٣) لُفَّ السِّلْكَ الرَّفيعَ المَعْزُولَ عَلى حَزَّيِ الفِلِّينَةِ تارِكًا طَرَفَيِ السِّلْكِ مُعَرَّيَيْنِ في أَحَدِ طَرَفَيْها. اغْرِزْ دَبّوسَيْنِ في ذٰلِكَ الطَّرَفِ مِنَ الفِلِّينَةِ عَلى بُعْدٍ مُتَساوٍ مِنَ الإبْرَةِ تارِكًا حَوالى سَنتيمتِرٍ يَبْرُزُ مِنْ كِلَيْهِما.





٤) لُفَّ أَحَدَ طَرَفَي السِّلْكِ المُعَرَّيَيْنِ عَلى دَبّوسٍ وَابْرُمِ الطَّرَفَ الآخَرَ حَوْلَ الدَّبّوسِ الثّاني بِتَماسٍّ مُحْكَمٍ. وَبِذٰلِكَ يَكونُ العُضْوُ الدَّوّارُ لِمُحَرِّكِكَ جاهِزًا.

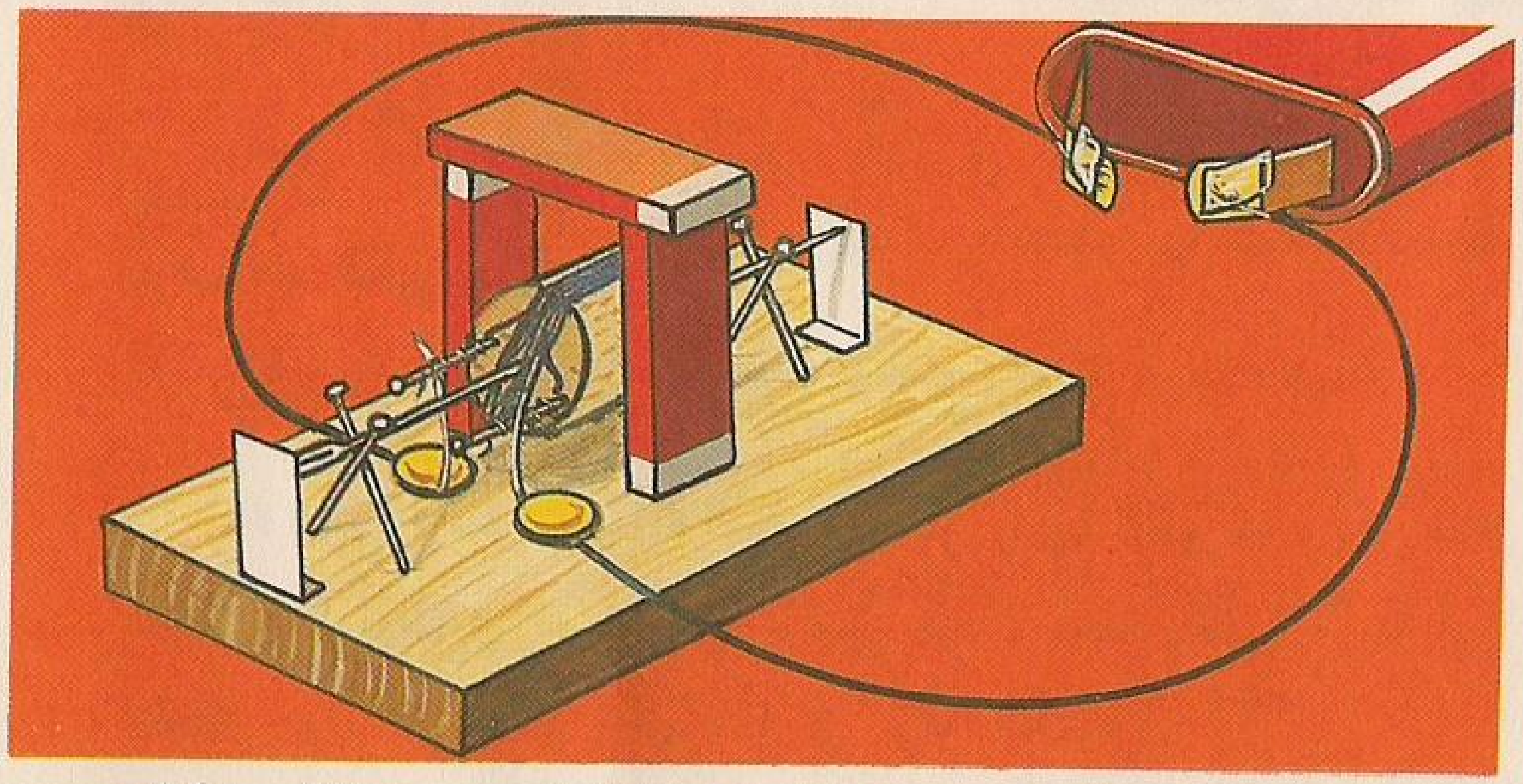
٥) لِصُنْعِ قاعِدَةِ المُحَرِّكِ اسْتَعْمِلْ قِطْعَةً مِنَ الخَشَبِ طولُها ١٥ سم وعَرْضُها ١٠ سم. اِخْتَرِ القِطْعَةَ مِنْ خَشَبٍ طَرِيٍّ يَسْهُلُ غَرْزُ الدَّبابيسِ فيهِ.



٦) اِغْرِزْ زَوْجًا مِنَ الدَّبابيسِ مُتَقاطِعَيْنِ في كُلٍّ مِنْ جانِبَيِ قِطْعَةِ الخَشَبِ عَلى بُعْدٍ يَسْمَحُ لِلإِبْرَةِ (والفِلِّينَةِ) بِالدَّوَرانِ فَوْقَ تَقاطُعِهِما كَمِحْوَرَيِ ارْتِكازٍ. (ثَبِّتْ قِطْعَتَيْنِ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى بِالغِراءِ عَلى مَسافَةٍ مُناسِبَةٍ في طَرَفَيِ القِطْعَةِ الخَشَبِيَّةِ لِمَنْعِ انْزِلاقِ الإِبْرَةِ جيئَةً وَذَهابًا).

٧) ثَبِّتْ سِلْكَيْ تَوْصيلِ التَّيّارِ إِلى العُضْوِ الدَّوّارِ في القاعِدَةِ الخَشَبِيَّةِ بِدَبّوسَيْ رَسْمٍ. إِنَّ طَرَفَيْ سِلْكَيِ التَّوْصيلِ هٰذَيْنِ هُما **فُرْجونا** المُحَرِّكِ. أَزِلِ العَزْلَ عَنْ طَرَفَيْهِما وَاثْنِهِما قائِمَيْنِ بِحَيْثُ يَمَسّانِ دَبّوسَيِ العُضْوِ الدَّوّارِ بِاسْتِمْرارٍ في أَثْناءِ دَوَرانِهِ. وَصِّلْ طَرَفَيِ السِّلْكَيْنِ السّائِبَيْنِ بِدارَةِ البَطّارِيَّةِ.

المُحَرِّكُ وَقَدْ تَمَّ صُنْعُهُ



٨) اِقْلِبْ مِغْنَطيسًا نِضْوِيًّا فَوْقَ العُضْوِ الدَّوّارِ كَما تَرى في الشَّكْلِ. تَأَكَّدْ أَنَّ كُلَّ تَوْصيلاتِكَ سَليمَةٌ، ثُمَّ ابْرُمِ العُضْوَ الدَّوّارَ قَليلًا لِيَبْدَأَ الدَّوَرانَ. إِذا كُنْتَ نَفَّذْتَ التَّعْليماتِ بِدِقَّةٍ وَإِحْكامٍ فَإِنَّ العُضْوَ الدَّوّارَ سَيُواصِلُ الدَّوَرانَ ما دامَ سِلْكا التَّوْصيلِ مُتَّصِلَيْنِ بِالبَطّارِيَّةِ. يُمْكِنُكَ اسْتِخْدامُ ثَلاثِ قُضْبانٍ مِغْنَطيسِيَّةٍ لِتَقومَ مَقامَ المِغْنَطيسِ النِّضْوِيِّ في حالِ عَدَمِ تَوافُرِهِ.

مَعْلوماتٌ مُفيدةٌ في حَقْلِ الكَهْرَباءِ

قِياسُ الڤُلْطِيَّةِ والتَّيّارِ

تُقاسُ ڤُلْطِيَّةُ البَطّارِيّاتِ بالڤُلْطمترِ . والڤُلْطمترُ جهازٌ غالي الثَّمنِ لٰكِنَّكَ قَدْ تُوفَّقُ بجهازٍ قديمٍ مِنْهُ في حانوتٍ كَهْرَبائيٍّ . إنْ حَصَلْتَ عَلى ڤُلْطمترٍ ، وَصِّلْ سِلْكَيْنِ في طَرَفَيْهِ ومُسَّ بِطَرَفَي السِّلْكَيْنِ الآخرَيْنِ قُطْبَيْ بَطّارِيَّةٍ جُهْدُها ٤,٥ ڤُلْط . إنَّ قِراءةَ إبْرةِ الڤُلطمترْ تُشيرُ إلى الڤُلْطِيَّةِ المُسَجَّلَةِ ، وفي هٰذِهِ الحالِ قَدْ يُعْطي الڤُلْطمِتْرُ قِراءَةً أَقَلَّ لأَنَّ البَطّارِيَّةَ سَبَقَ أَنِ اسْتُخْدِمَتْ وذٰلِكَ يُقَلِّلُ مِنْ قُوَّتِها الكَهْرَبائِيَّةِ .

ويُمْكِنُ وَصْلُ الڤُلْطمترِ في دارةٍ عَبْرَ بُصَيْلَةٍ لِقياسِ الڤُلْطِيَّةِ الَّتي تَدْفَعُ التَّيّارَ عَبْرَها .

ويُقاسُ التَّيّارُ الكَهْرَبائيُّ بالأَمّيتَرِ . والتَّيّارُ في الدّارةِ ثابتٌ حَيْثُما قيسَ .

مُوَصِّلاتُ الكَهْرَباءِ

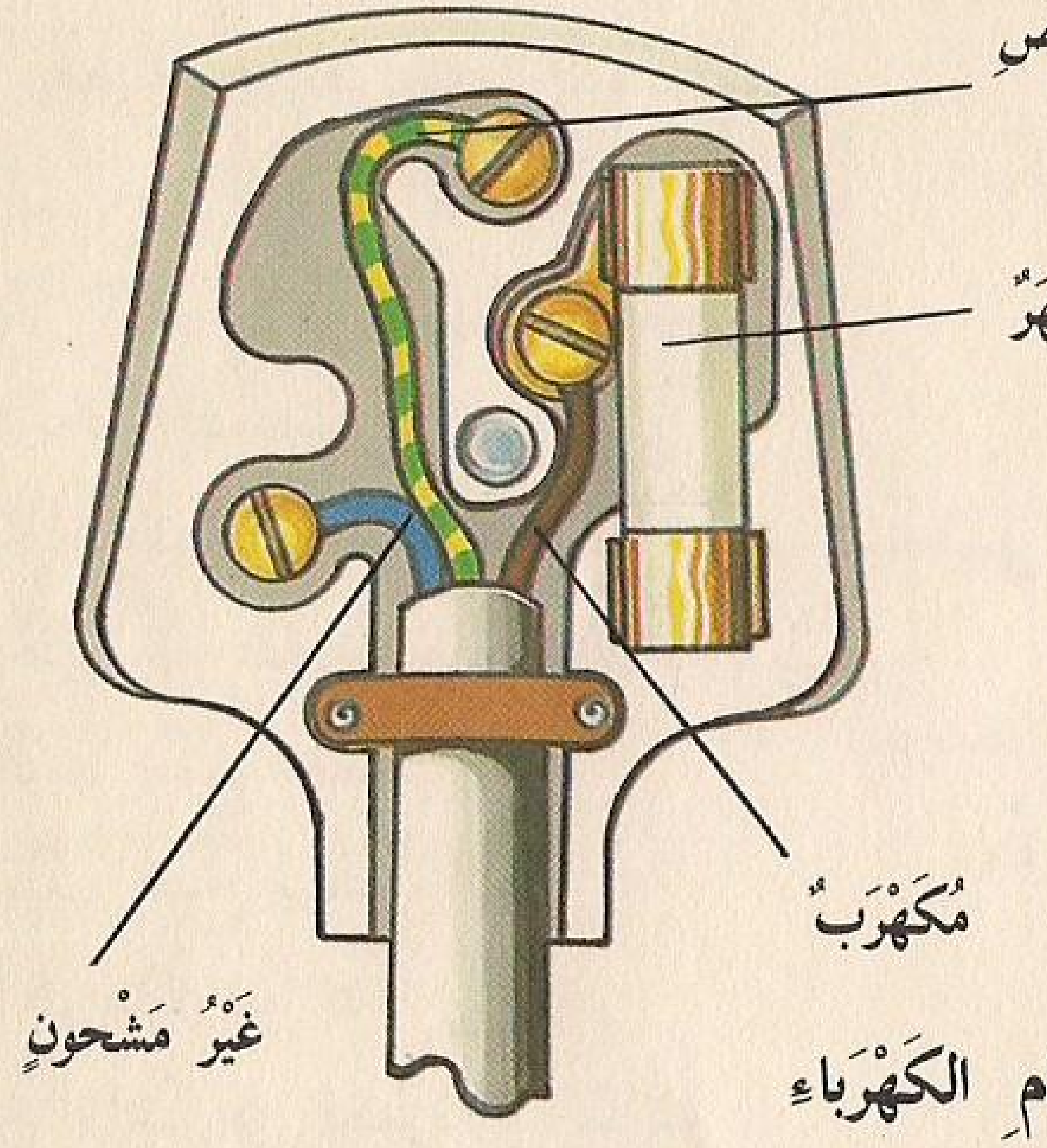
الفِضَّةُ هِيَ أَفْضَلُ المَوادِّ تَوْصيلاً لِلكَهْرَباءِ .

الماءُ النَّقِيُّ (المُقَطَّرُ أَوْ ماءُ المَطَرِ) موصِلٌ رَديءٌ للكَهْرَباءِ ، لٰكِنَّ الماءَ القَذِرَ أَوِ المُلَوَّثَ في المَراحيضِ موصِلٌ جَيِّدٌ ، وهٰذا يَتَطَلَّبُ مَزيدًا مِنَ الحيطةِ حَوْلَ التَّرْكيباتِ الكَهْرَبائِيَّةِ في غُرْفَةِ الحَمّامِ .

تَزْدادُ مُقاوَمَةُ السِّلْكِ بازْدِيادِ طولِهِ ، لِذا تَسْطَعُ البُصَيْلَةُ أَكْثَرَ في الدّارةِ الأَقْصَرِ أَسْلاكًا .

تَسْري الكَهْرَباءُ إلى الأَرْضِ عَبْرَ المَسْلَكِ الأَسْهَلِ . لِذا تُجَهَّزُ الأَدَواتُ الكَهْرَبائِيَّةُ لِلوِقايَةِ بِسِلْكِ تأْريضٍ حَتّى إذا حَصَلَ عُطْلٌ ما تَسْري الكَهْرَباءُ إلى الأَرْضِ عَبْرَهُ لا عَبْرَ أَجْسادِنا .

وَلَوْ تَعَطَّلَ سِلْكٌ في جهازٍ غَيْرِ مُؤَرَّضٍ كَمُجَفِّفَةِ الشَّعْرِ مَثَلًا ، فإنَّ الكَهْرَباءَ تَسْري إلى الأَرْضِ عَبْرَ الشَّخْصِ مُسَبِّبَةً لَهُ صَدْمَةً كَهْرَبائِيَّةً خَطيرةً .



(تَذَكَّرْ أَنْ تَسْتَفْسِرَ مِنْ حانوتِ الأَجْهِزَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ عَنْ نَوْعِيَّةِ المِصْهَرِ الضَّروريِّ عِنْدَ اسْتِخْدامِ الجِهازِ المُعَيَّنِ)

قَواعِدُ السَّلامَةِ في اسْتِخْدامِ الكَهْرَباءِ

الكَهْرَباءُ خادِمُ الإنْسانِ ولٰكِنَّها قَدْ تَقْتُلُهُ . أُذْكُرْ دائمًا قَواعِدَ السَّلامَةِ التّالِيَةَ في تَداوُلِ الأَجْهِزَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ :

١) لا تَلْعَبْ بِمَآخِذِ القُدْرَةِ ولا تَعْبَثْ بها .
٢) لا تَسْتَخْدِمْ أَيَّ جِهازٍ كَهْرَبائيٍّ في أَسْلاكِهِ عُطْلٌ .
٣) لا تَسْتَخْدِمْ أَيَّ جِهازٍ كَهْرَبائيٍّ ويَداكَ مُبْتَلَّتانِ .
٤) لا تَسْتَخْدِمْ أَيَّ جِهازٍ كَهْرَبائيٍّ في غُرْفَةِ الحَمّامِ .
٥) لا تُحَمِّلْ دارةً فَوْقَ طاقَتِها .
٦) لا تُطَيِّرْ طائرةً وَرَقِيَّةً عَلى مَقْرُبَةٍ مِنْ أَسْلاكِ الكَهْرَباءِ والتِّلفونِ .
٧) لا تَعْبَثْ بِبَطّارِيَّةِ سَيّارةٍ .
٨) لا تُحاوِلْ إصْلاحَ أَيِّ جِهازٍ يَسْتَخْدِمُ كَهْرَباءَ المَأْخَذِ الرَّئيسيِّ .

فِهرسُ الكتابِ

سلسلة «العلوم للناشئين»